



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Filipa Margarida Pires Ribeiro

**Estudo do processo de planeamento e
compras numa empresa de equipamentos
óticos não oftálmicos**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

Outubro de 2019

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações

CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

O meu sincero obrigada a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto.

Ao professor Rui Sousa pelo constante interesse, pela disponibilidade e pela sensata orientação do meu trabalho.

À Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, SA e a todos os seus colaboradores por contribuírem para a minha rápida integração na empresa e por sempre se mostrarem disponíveis para esclarecer as minhas muitas dúvidas.

Ao Engenheiro Victor Costa pela oportunidade, pela confiança e pela autonomia concedida, bem como pelas sugestões e apoio fornecidos.

Aos meus amigos pelo apoio e companhia, tanto nas longas noites de estudo como nas outras igualmente longas. Obrigada por tornarem estes 5 anos mais fáceis.

À mãe, ao pai e à mana para os quais não há agradecimentos que cheguem.

“Estes anos são viagem... E esta foi a melhor viagem da minha vida!”

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

O presente projeto de dissertação, concretizado no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), da Universidade do Minho, foi desenvolvido em ambiente industrial no departamento de Logística da empresa Leica – Aparelhos Óticos de Precisão, S.A..

Este projeto teve como objetivo essencial a análise e melhoria do processo de planeamento e compras, e consequentemente, o expectável aumento do nível de serviço ao cliente, que se encontra atualmente nos 65%.

Ao longo do projeto foram revistos diversos processos do departamento e, por conseguinte, identificadas diversas oportunidades de melhoria relacionadas com a duplicação de informação, a normalização do trabalho, a atualização de *stocks* de segurança (SS), quantidades económicas de encomenda (QEE) e pontos de reabastecimento (R) e a liberação de encomendas.

Através da análise crítica inicial do problema, aliada a uma revisão de literatura aos principais temas em estudo, foi possível definir um conjunto de propostas de melhoria através da utilização de ferramentas como o *Business Process Model and Notation* (BPMN), diagrama de Ishikawa, matriz de competências e um programa de cálculo de SS, QEE e R.

Apesar de estas melhorias não terem sido implementadas devido ao reduzido tempo deste projeto, caso a sua implementação se verificasse, seria possível à empresa poupar 96 horas com a eliminação de um processo repetido (cerca de 1900€/ano), uma diminuição de 1 114 177,48€ em capital não mobilizado em *stock* no segundo trimestre de 2019 devido à atualização de SS, QEE e R e uma poupança de 204 811,20€ no ano fiscal de 2019 através da revisão do processo de liberação de encomendas.

Para além destes valores espera-se ainda que, com o pedido de encomenda a ser enviado mais cedo para os fornecedores, e com a atualização dos SS, QEE e R, o nível de serviço ao cliente aumente, não sendo possível, neste momento, quantificar o mesmo.

PALAVRAS-CHAVE

Compras; Gestão de *Stocks*; Mapeamento de Processos; Planeamento.

ABSTRACT

The present project of dissertation, achieved within the Integrated master's in industrial management and Engineering in the University of Minho, was developed in an industrial environment in the department of Logistics at the company Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, S.A..

This project had as its essential goal the analysis and improvement of the process of planning and purchasing, and consequently, the expected growth of the customer service level, which is now at 65%.

Over the course of the project many of the department's processes were revised and, therefore, a diverse number of opportunities of improvement were identified, related with the duplication of information, the work standardization, the update of safety stocks (SS), the economic orders quantity (EOQ) and points of replenishment (R) and the release of orders.

Through the initial critical analysis of the problem, associated with a literature review of the main themes under study, it was possible to define a set of improvement proposals using tools such as Business Process Model and Notation (BPMN), Ishikawa diagram, competency matrix and a calculation program of SS, EOQ and R.

Although these improvements were not implemented due to the reduced time of this project, if they were deployed, it would be possible for the company to save 96 hours/year through the elimination of a repeated process (around 1900€/year), a decrease of 1 114 177,48€ in non-callable capital in stock during the second quarter of 2019 due to SS, EOQ and R upgrade, and a saving of 204 811,20€ in fiscal year of 2019 by reviewing the orders release process.

In addition to these figures, it is expected that, with the order request to be sent to the suppliers earlier, and with the SS, EOQ and R update, the level of customer service will increase, however, it is not possible at this moment to quantify this number.

KEYWORDS

Planning; Process Mapping; Purchasing; Stock management.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação	3
1.4 Estrutura do documento	4
2. Estado da arte	5
2.1 Gestão da cadeia de abastecimento	5
2.2 Planeamento e controlo da produção.....	6
2.2.1 Evolução dos sistemas ERP.....	10
2.2.2 Incerteza associada ao PCP	12
2.3 Gestão de <i>stocks</i>	13
2.3.1 Quantidade económica de encomenda	15
2.3.2 Quantidade económica de encomenda com descontos de quantidade	16
2.3.3 Modelo de revisão contínua	16
2.3.4 Modelo de revisão periódica.....	17
2.4 Lean Production.....	18
2.4.1 Desperdícios	19
2.4.2 Técnicas, ferramentas <i>Lean</i> e outras ferramentas	21
2.5 Lean Office	24
2.6 Revisão crítica da literatura	30
3. Empresa	32
3.1 Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, S. A.	32

3.2	Clientes e fornecedores	33
3.3	Secções produtivas	34
3.4	Departamento da Logística.....	37
4.	Análise e diagnóstico do processo	38
4.1	Cumprimento de entregas.....	38
4.2	Mapeamento dos processos de planeamento e compras	42
4.2.1	Processo “Encomenda normal”	43
4.2.2	Processo “Requisição”	44
4.2.3	Processo “Encomenda esporádica	46
4.2.4	Subprocesso “Planeamento”	48
4.2.5	Subprocesso “Compras”	48
4.2.6	Subprocesso “Liberação 1”	49
4.2.7	Subprocesso “Liberação 2”	49
4.3	Análise crítica e identificação de problemas	50
4.3.1	Duplicação de informação.....	50
4.3.2	Normalização do trabalho	51
4.3.3	<i>Stocks</i> de segurança, QEE e pontos de reabastecimento	51
4.3.4	Liberação de encomendas.....	55
5.	Desenvolvimento de propostas de melhoria.....	59
5.1	Duplicação de informação	59
5.2	Normalização do trabalho	60
5.3	<i>Stocks</i> de segurança, QEE e pontos de reabastecimento	63
5.3.1	Solução 1	63
5.3.2	Solução 2	64
5.3.3	Programa de cálculo de SS, QEE e R.....	66
5.4	Liberação de encomendas.....	69
6.	Análise de resultados	72
6.1	Duplicação de informação	72
6.2	<i>Stocks</i> de segurança, QEE e pontos de reabastecimento	72
6.3	Liberação de encomendas.....	73

7. Conclusões e trabalhos futuros	75
7.1 Considerações finais	75
7.2 Trabalhos futuros	76
Referências Bibliográficas	78
Anexo I – Cálculo da quantidade económica de encomenda	86
Anexo II – Algoritmo de QEE com descontos de quantidade	87
Anexo III – Modelo de revisão contínua	88
Anexo IV – Modelo de revisão periódica	90
Anexo V – Elementos do BPMN 2.0 por categoria.....	92
Anexo VI – Mapeamento atual do processo “Encomenda normal”	93
Anexo VII – Mapeamento atual do subprocesso “Compras”	94
Anexo VIII – Descrição de Funções e Perfis de Competências.....	95
Anexo IX – Matriz de Competências	101
Anexo X – Margem de segurança por fornecedor	102
Anexo XI – Interfaces do programa de cálculo de SS, QEE e ponto de reabastecimento	108
Anexo XII – Código VBA para cálculo da QEE sem descontos de quantidade	110
Anexo XIII – Código VBA para cálculo da QEE com descontos de quantidade	111
Anexo XIV – Mapeamento proposto do subprocesso “compras”	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo do sistema PCP (adaptado de (Vollmann et al., 1997)).....	7
Figura 2 - Esquema MRP (Adaptado de (Slack et al., 2007)).....	11
Figura 3 - A evolução do sistema ERP	12
Figura 4 - Modelo QEE (adaptado de (Carvalho, 2012))	16
Figura 5 - Casa TPS: princípios, conceitos e ferramentas do TPS (adaptado de Liker (2004)).	19
Figura 6 – Exemplo: trabalho normalizado (Productivity Press Development Team, 2002)...	21
Figura 7 – Exemplo: normalização do trabalho administrativo (Tapping & Shuker, 2003)	28
Figura 8 - Produtos Leica	32
Figura 9 - Atividade da ótica (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017d)	34
Figura 10 - Atividade da mecânica (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017b).....	35
Figura 11 - Atividade da montagem (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017c)....	35
Figura 12 - Planta LCP (adaptado de Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., (2018))....	36
Figura 13 - Organograma da Logística.....	37
Figura 14 - a) Encomendas OK/NOK (março); b) Motivos das falhas (março)	39
Figura 15 - a) Encomendas OK/NOK (abril); b) Motivos das falhas (abril)	39
Figura 16 - a) Encomendas OK/NOK (maio); b) Motivos das falhas (maio)	40
Figura 17 - Categoria dos atrasos por mês.....	40
Figura 18 - Diagrama de Ishikawa (baixo nível de serviço)	41
Figura 19 - Processo "Encomenda normal"	43
Figura 20 - Processo "Requisição"	45
Figura 21 - Processo "Encomenda esporádica"	47
Figura 22 - Subprocesso "Planeamento".....	48
Figura 23 - Subprocesso "Liberação 1".....	49
Figura 24 - Subprocesso "Liberação 2".....	50
Figura 25 - Referências associadas aos armazéns da logística.....	52
Figura 26 - Valor em stock de material de compra	52
Figura 27 – Exemplo de encomenda (LP).....	57
Figura 28 – Exemplo de encomenda (L1).....	57
Figura 29 – Exemplo de encomenda (L3).....	57

Figura 30 – Exemplo de encomendas com esquema de liberações e envio para fornecedor	58
Figura 31 - Processo “Requisição” (proposta).....	59
Figura 32 - Subprocesso “Planeamento” (proposta)	60
Figura 33 - Descrição de funções do Planeador do Produto.....	61
Figura 34 - Perfil de competências do Planeador de Produto	62
Figura 35 - Mensagem com a informação requerida.....	67
Figura 36 - Código essencial do cálculo da procura, R e SS.....	67
Figura 37 – a) Janela de escalas de preço; b) Janela de escala única.....	68
Figura 38 – a) Mensagem com a QEE e o custo total anual (sem escala de preço); b) Mensagem com a QEE e o custo total anual (com escala de preço)	69
Figura 39 - Subprocesso “Liberação 1” (proposta)	70
Figura 40 - Subprocesso “Liberação 2” (proposta)	71
Figura 41 – Comparação stock médio real e previsto de abril, maio e junho de 2019	73
Figura 42 - Processo "Encomenda normal".....	93
Figura 43 - Subprocesso "Compras".....	94
Figura 44 - Matriz de competências.....	101
Figura 45 - Interface "Início"	108
Figura 46 - Interface "Analisar"	108
Figura 47 - Interface "Histórico".....	109
Figura 48 - Subprocesso “Compras” (proposta).....	113

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Modelo do sistema PCP (adaptado de (Scheer, 2012)).....	9
Tabela 2 - Caraterísticas dos modelos de gestão de stocks segundo Gomes & Lisboa (2008)	15
Tabela 3 - Princípios lean: produção VS administração (McManus, 2005)	25
Tabela 4 - Desperdícios lean (Adaptado de (Lareau, 2003;Redeker, Kessler, & Kipper, 2019)	25
Tabela 5 - Exemplos e causas dos desperdícios da informação (McManus, 2005)	26
Tabela 6 - Responsabilidades de LCW e de LCP	33
Tabela 7 - Códigos e respetivos grupos MRP	51
Tabela 8 - Nº de artigos e consumo (ABC) - PD.....	53
Tabela 9 - Nº de artigos e consumo (XYZ) - PD	54
Tabela 10 - Nº de artigos e consumo (ABC-XYZ) - PD	54
Tabela 11 - Esquema de liberações para encomendas com e sem número de peça	55
Tabela 12 - Nº de encomendas, tempos e custos por tipo de liberação	56
Tabela 13 - Nível de serviço por classe	64
Tabela 14 - Escala de confiabilidade do fornecedor e respetiva margem de segurança	65
Tabela 15 - Esquema de liberações para encomendas sem número de peça (proposta)	69
Tabela 16 - Esquema de liberações para encomendas com número de peça (proposta).....	69
Tabela 17 - Nº de encomendas, tempos e custos por tipo de liberação (proposta)	74
Tabela 18 - Elementos do BPMN 2.0 por categoria (White, 2004)	92
Tabela 19 - Margem de segurança por fornecedor	102

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
CRP	<i>Capacity Requirements Planning</i>
CTA	Custo Total de Aprovisionamento
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ISM	<i>Information Stream Mapping</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LCP	Leica Camera Portugal
LCW	Leica Camera Wetzlar
MM	<i>Material Management</i>
MP	Matéria-prima
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
NPM	<i>Non-Production Material</i>
PCP	Planeamento e Controlo da Produção
PDP	Planeamento Diretor da Produção
QEE	Quantidade Económica de Encomenda
SAP	<i>Systems, Applications and Products in Data Processing</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
SS	Stock de Segurança
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in Process</i>

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento e os objetivos do projeto, desenvolvido no âmbito do curso do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), da Universidade do Minho. Para além destes, apresenta-se ainda a metodologia de investigação e, finalmente, a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Nos últimos anos, as empresas têm vindo a reconhecer a importância da gestão logística como uma vantagem competitiva. A logística caracteriza-se, de forma geral, como a orientação do planeamento para a criação de um fluxo de produtos, informação e materiais através de um negócio, na tentativa de criar um equilíbrio entre a própria organização, os seus fornecedores e os seus clientes. Christopher (2016) define a gestão da cadeia de abastecimento como *“The management of upstream and downstream relationships with suppliers and customers in order to deliver superior customer value at less cost to the supply chain as a whole.”* (p. 3), sendo que o seu grande objetivo é fazer corresponder a oferta com a procura.

Por forma a corresponder às cada vez mais elevadas expectativas dos clientes e ao imperativo aperfeiçoamento da cadeia de abastecimento de forma eficiente e flexível, tem-se verificado um crescimento do número de organizações que adotaram a filosofia *Lean*. Esta filosofia visa o aumento da produtividade e assenta em fundamentos como o *just-in-time* (JIT), baixos níveis de *stock*, zero defeitos, melhoria contínua e produção flexível.

O termo *Lean Production* teve origem na filosofia criada pela Toyota – o *Toyota Production System* (Ohno, 1988). Os princípios desta filosofia incluem: definição de valor, identificação da cadeia de valor, criação de fluxo, implementação do sistema de produção puxada e busca pela perfeição (Womack & Jones, 1996). Estes estão intimamente ligados ao seu objetivo principal: a eliminação de desperdícios com vista ao alcance de melhorias de forma económica, ou seja, fazer mais com menos.

Na produção, considera-se desperdício ou *muda* tudo o que faz aumentar o custo sem acrescentar valor para o cliente (Dahlgard & Mi Dahlgard-Park, 2006). Inicialmente foram definidos 7 *mudas*: defeitos, excesso de produção, esperas, transportes, movimentos, *stock*

e processamento inadequado (Melton, 2005; Ohno, 1988; Womack, Jones, & Roos, 1990). Contudo, mais recentemente, outros autores consideraram, para além dos sete desperdícios referidos anteriormente, um oitavo: o não aproveitamento do potencial humano (Alves, Dinis-Carvalho, & Sousa, 2012; Taylor & Brunt, 2001). Em suma, a eliminação de desperdícios permite a redução de custos e o aumento da agregação de valor a longo prazo já que maximiza a utilização do potencial humano, promovendo o desenvolvimento e a inovação. Através de uma coordenação dos fluxos – de material e de informação – é possível alcançar-se uma maior eficiência em toda a cadeia de abastecimento (Grossmann, 2005). Os sistemas de planeamento e controlo da produção (PCP) são poderosas ferramentas incluídas no planeamento da cadeia de abastecimento e que contribuem para o aumento da sua eficiência (Stevenson, Hendry, & Kingsman, 2005). É necessário ter em conta a importância de um planeamento que vá ao encontro das necessidades do mercado. Para tal, é imperativo um aperfeiçoamento da taxa de produção, para que se aproxime o mais possível da procura.

O sistema de PCP visa planear e controlar os recursos e materiais atribuídos à produção, tendo em vista corresponder à procura dos clientes, ou seja, o que produzir, em que quantidade, onde produzir e quando produzir, bem como o que comprar, quanto comprar e quando comprar (Pedroso & Corrêa, 1996; Wiendahl, Von Cieminski, & Wiendahl, 2005).

O objetivo do PCP é otimizar o fluxo de material bem como a utilização dos recursos, tendo em conta um conjunto de objetivos tais como reduzir o *work-in-process*, minimizar os prazos de entrega, aumentar a capacidade de resposta à variação da procura e reduzir os custos com *stock*. São funções típicas dos sistemas de PCP o planeamento de necessidades de materiais (MRP), a gestão da procura, o planeamento das capacidades e a programação e sequenciação das tarefas (Ciurana, Garcia-Romeu, Ferrer, & Casadesús, 2008; Stevenson et al., 2005).

1.2 Objetivos

A presente dissertação apresenta como principal objetivo a análise e melhoria do processo de planeamento e compras e o expectável aumento do nível de serviço ao cliente. Para que o seu cumprimento seja exequível, objetivos mais específicos devem ser satisfeitos, nomeadamente:

- Melhoria dos processos administrativos associados ao planeamento e compras;

- Definição clara da responsabilidade de cada tarefa associada ao processo e normalização do mesmo;
- Redução/ eliminação de atividades que não acrescentam valor e simplificação de fluxos;
- Diminuição do tempo de espera entre o pedido de encomenda e o seu envio para o fornecedor;
- Redução do *stock* médio.

1.3 Metodologia de investigação

Antes de iniciar um projeto de investigação é necessário decidir ponderadamente acerca da filosofia, abordagem, estratégias e métodos mais adequados à investigação em causa. Estes traduzirão os procedimentos utilizados pelo investigador para alcançar os objetivos da sua investigação bem como a sua visão (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

A filosofia de investigação relaciona-se com o desenvolvimento do conhecimento e com a natureza desse conhecimento em relação à pesquisa. Considerou-se a mais pertinente o pragmatismo, visto que assume a questão de investigação como o ponto mais importante da mesma. Implica uma abordagem prática, em que o conhecimento não se apresenta como uma certeza, podendo assumir diferentes perspetivas para a recolha e análise dos dados. Relativamente à abordagem de investigação admitir-se-á dedutiva, dado que se apoia em conceitos, ferramentas e teorias existentes, para atingir os objetivos propostos. Em relação aos métodos serão tanto quantitativos como qualitativos, ou seja, *mixed-methods*, e o horizonte temporal assumir-se-á transversal pois o estudo incidirá sobre um período de tempo curto e delimitado (Saunders et al., 2009).

Esta proposta de investigação é direcionada para a resolução de problemas da organização em causa, sobretudo ao nível do planeamento da produção. Como tal, a estratégia de investigação usada será a investigação-ação. Considerou-se este o melhor método, uma vez que se foca na ação e promove a mudança na organização.

O fundamento desta abordagem passa por "*learning by doing*" - é identificado um problema, exerce-se um conjunto de esforços para o resolver, verifica-se o seu sucesso e caso não seja satisfatório, repete-se a ação (O'Brien, 1998), ou seja, o processo admite-se como iterativo devido aos seus ciclos repetitivos – diagnóstico, planeamento das ações, implementação das

ações e avaliação dos resultados (Saunders et al., 2009). Contudo, devido ao curto espaço de tempo disponível, será implementado apenas um ciclo.

Numa primeira abordagem serão efetuados um diagnóstico e uma análise crítica ao estado atual do processo. Assim, estudar-se-á o mesmo sobretudo no que à identificação dos desperdícios diz respeito, quer pela observação dos procedimentos atuais, da avaliação documental e da análise de medidas de desempenho.

Numa fase seguinte proceder-se-á ao planeamento das ações. Neste ponto é suposto formular e propor soluções que vão ao encontro dos problemas identificados, que tipos de mudanças se consideram relevantes e que tipo de suporte é necessário. Após isto as ações propostas poderão ser executadas com o objetivo de resolver efetivamente os desperdícios detetados, por forma a aperfeiçoar o sistema. Posteriormente terá lugar a análise e a discussão dos resultados que consiste numa análise comparativa entre a situação proposta e a atual, verificando se de facto existem melhorias significativas no processo estudado.

1.4 Estrutura do documento

A fim de atingir os objetivos propostos, a presente dissertação divide-se em sete capítulos. Após esta introdução, apresenta-se o estado da arte relacionado com os principais temas deste projeto, com especial ênfase no planeamento e controlo da produção e na gestão de *stocks*, passando também pelo *lean production* e o *lean office*.

No capítulo 3 descreve-se a empresa onde foi desenvolvido o projeto, as características dos seus clientes e fornecedores, e as suas secções, focando essencialmente no departamento da logística.

No quarto capítulo analisa-se o processo de planeamento e compras e identificam-se os principais problemas.

Já no capítulo 5 apresentam-se as propostas de melhoria para os problemas identificados no capítulo anterior.

O sexto capítulo apresenta a análise dos resultados estimados no caso de as propostas de melhoria serem implementadas.

O capítulo 7 finaliza o estudo com a exposição das principais conclusões obtidas e da sugestão de trabalhos futuros.

2. ESTADO DA ARTE

Neste capítulo será apresentado o estado da arte acerca dos principais temas relacionados com a dissertação.

2.1 Gestão da cadeia de abastecimento

No mundo atual é insustentável para uma empresa não estabelecer relações de parceria com os seus fornecedores e clientes. As fortes pressões a que o mercado está sujeito forçam as empresas a adotarem uma nova postura, exigindo cooperação entre elas para que seja possível responder às exigências impostas pelos clientes. Daqui nasce o conceito de cadeia de abastecimento que, segundo Pinto (2010), representa uma rede de organizações ligadas entre si por vários fluxos: de materiais, de informações e financeiros. Este autor assume que nela se incluem os fornecedores (internos e externos), os retalhistas, os distribuidores, as unidades de transformação e os clientes (internos e externos).

Para Chopra & Meindl (2010) a cadeia de abastecimento engloba todos os elementos envolvidos, tanto direta como indiretamente, no desenvolvimento do atendimento de um pedido de um cliente.

Tradicionalmente, cada uma dessas partes da cadeia depende das outras, mas ainda assim, paradoxalmente, não cooperam intimamente umas com as outras. No entanto, estas relações têm vindo a sofrer alterações, sendo categórico nos dias de hoje uma gestão mais eficiente das mesmas (Christopher, 2016). Assim, uma gestão eficaz e flexível da cadeia de abastecimento assume-se como uma estratégia favorável para todos os seus elementos. Como tal, verifica-se que o foco passa a ser também externo, e não apenas na própria organização.

Pinto (2010) assume que na gestão da cadeia de abastecimento existem três tipos de fluxos a gerir:

1. **Fluxo de materiais:** parte dos fornecedores até chegar aos clientes finais para que o material correto seja entregue no local e na hora certa;
2. **Fluxo de informação:** em ambos os sentidos, tanto dos clientes para os fornecedores como dos fornecedores para os clientes, para que as decisões tomadas se baseiem

em informações corretas e atualizadas;

3. **Fluxo monetário:** dos clientes para os fornecedores, para garantir o pagamento do produto ou serviço contratado, reduzindo ainda o seu custo ao longo de toda a cadeia.

Muitos dos problemas associados à cadeia de abastecimento são consequência da falta de sincronização entre o fluxo de materiais e o fluxo de informação (Carvalho, 2012). Para evitar estas contrariedades é necessária uma estreita coordenação destes fluxos, sendo então possível atingir o objetivo primordial da gestão da cadeia de abastecimento: satisfazer as necessidades dos clientes e, simultaneamente, conseguir gerar lucro para os diversos elementos da cadeia (Chopra & Meindl, 2010).

2.2 Planeamento e controlo da produção

“Falhar no planeamento é planear para falhar.” (Pinto, 2010, p. 80)

Atualmente, o mercado encontra-se cada vez mais rigoroso: requer produtos de elevada qualidade, a um preço muito baixo e com um prazo de entrega quase imediato. Como tal, é necessário planear corretamente e com antecedência para poder dar a melhor resposta aos clientes. Contudo, um planeamento rijo cria obrigações e torna o sistema menos flexível contra eventuais imprevistos (Pinto, 2010).

Planear é o primeiro passo da gestão e consiste em estabelecer metas, fixar objetivos organizacionais e definir um procedimento para os atingir. O planeamento e controlo da produção é elementar para o desempenho de um sistema de produção. Entre as funções de PCP incluem-se o planeamento da produção, das capacidades, a definição de *lead times* e tamanhos de lote. A partir destes parâmetros é possível oferecer soluções ajustadas a cada cliente e que se traduzam numa vantagem sob os competidores (Güçdemir & Selim, 2017).

Saad (1982) considerou que o PCP se assume como um modo de determinar as quantidades a produzir por forma a corresponder à procura num determinado horizonte.

Segundo Vollmann (2005) existem três horizontes temporais do planeamento de produção: curto, médio e longo prazo. O planeamento a longo prazo tenta prever e antecipar a procura agregada por forma a ajustar as capacidades às variações do mercado; o planeamento a médio prazo pressupõe o ajuste da oferta à procura em termos de volume e variedade de produtos e o planeamento da quantidade certa para que chegue no momento certo,

mantendo níveis adequados de *stock*; o planeamento a curto prazo pretende programar detalhadamente os recursos para atender às exigências do dia-a-dia da produção.

Stevenson et al. (2005) referem como objetivos finais do PCP a redução de custos e o aumento da flexibilidade de resposta perante a imprevisibilidade do mercado. Para tal é imprescindível a diminuição de tempos ao longo de todo o processo e consequente diminuição do tempo de entrega, bem como uma diminuição de *stocks*, tanto final como em processamento.

Na perspetiva de Bolton (1994) e Vollmann, Berry, & Whybark (1997) um sistema de PCP define-se como uma ferramenta que fornece informação para que determinadas funções se realizem funcionalmente, através da alocação e utilização consciente de recursos e da gestão eficaz de fluxos de materiais, pessoas, equipamentos, fornecedores e clientes.

Este tipo de sistema não toma decisões, mas fornece aos gestores a informação de apoio necessária para que eles possam tomar essas decisões. Vollmann et al. (1997) apresentam as divisões deste sistema conforme a figura 1.

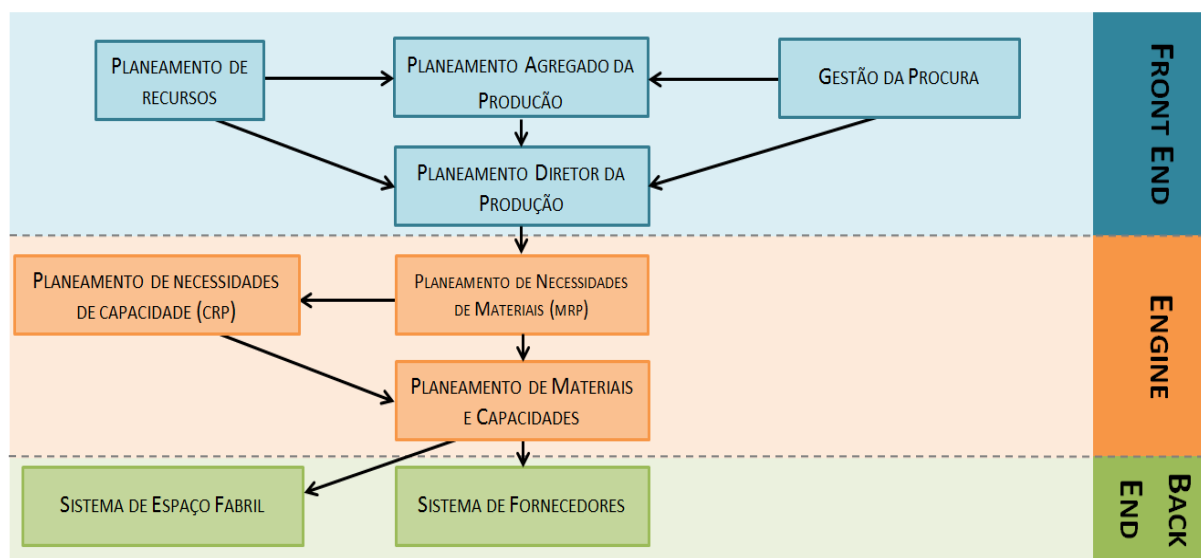


Figura 1 - Modelo do sistema PCP (adaptado de (Vollmann et al., 1997))

Este modelo encontra-se dividido em três segmentos: “*front end*”, “*engine*” e “*back end*”.

“*Front end*”

O primeiro segmento, “*front end*” define os objetivos da empresa com o planeamento e controlo da produção.

Aqui inclui-se a gestão da procura, o planeamento de recursos, o planeamento agregado da produção e o planeamento diretor da produção.

A gestão da procura inclui o processo e a análise de previsões a fim de realizar o levantamento, a receção e a alocação de encomendas do produto final.

Segundo a literatura existem dois tipos de procura, a independente e a dependente. Considera-se procura independente a que se refere aos produtos finais e de utilização aleatória (peças suplentes de equipamento de produção, material de escritório ou material de apoio à produção, por exemplo). A sua procura é influenciada por fatores externos às decisões da empresa, o que introduz uma variável aleatória. Por outro lado, itens com procura dependente são artigos incluídos no inventário da produção. A sua procura é diretamente dependente de fatores internos que estão sob o controlo da empresa; isto é, a procura pelas matérias-primas e componentes é uma procura derivada (da anterior) que pode ser calculada (Slack, Chambers, & Johnston, 2007).

O planeamento de recursos envolve definir os recursos necessários para satisfazer as necessidades da empresa.

O planeamento agregado da produção, através da informação proveniente do planeamento de recursos e da gestão da procura, permite decidir a estratégia agregada da produção, ou seja, as quantidades agregadas de cada família de produtos. Possibilita também determinar qual a estratégia a adotar no caso da capacidade instalada não ser suficiente ou ser excessiva.

O planeamento diretor da produção (PDP) entende-se como a tradução decomposta do plano agregado da produção e revela as quantidades a produzir de cada produto final. Para cada produto definir-se-á um plano diretor de produção (planeamento a médio-prazo). Este plano transforma um plano de vendas num plano de produção de produtos específicos com quantidades e prazos, bem como demonstra quando vão estar disponíveis os produtos, caso o plano seja cumprido rigorosamente. É este plano que serve de base para a elaboração do plano de necessidades de materiais e capacidades. Serão portanto estes últimos que irão validar de facto o PDP.

Um dos principais fatores que afeta o desempenho do PDP é a flutuação da procura, o que leva a constantes mudanças e consequentemente um aumento do custo e uma diminuição da produtividade.

“Engine”

Esta segunda etapa compõe-se pelas atividades de planeamento das necessidades de capacidades e planeamento das necessidades dos materiais e liga-se ao “front end” através do planeamento diretor da produção. A primeira é baseada na técnica MRP (*Material Requirements Planning*), da qual se falará adiante, e a segunda baseada na técnica CRP (*Capacity Requirements Planning*). Baseando-se no plano diretor de produção estabelecido *a priori*, esta etapa define qual a capacidade e quais os materiais necessários para o cumprimento do planeado. Através do planeamento de necessidades de materiais estabelece-se, por exemplo, quando se deve iniciar e terminar a produção de um produto e quais as quantidades de produto final a produzir. Seguidamente, após a obtenção de resultados por parte da técnica MRP, estes são utilizados pela técnica CRP a fim de calcular detalhadamente a capacidade necessária para cada centro de trabalho.

“Black end”

A última fase retrata a execução dos sistemas de PCP, tanto de apoio ao chão de fábrica como de fornecedores e está dependente das necessidades da produção.

Outro modelo para caraterizar o sistema PCP foi apontado por Scheer (2012) e é apresentado na tabela 1. Aqui o processo inicia-se com a gestão da procura, que inclui a análise de previsões, e termina na expedição dos produtos finais.

Tabela 1 - Modelo do sistema PCP (adaptado de (Scheer, 2012))

Gestão da procura (previsões)	PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO
Orçamentação (preços)	
Planeamento diretor da produção	
Planeamento das necessidades de materiais (MRP)	
Planeamento das necessidades de capacidade (CRP)	
Ajustamento da capacidade	
Lançamentos	
Controlo da produção	
Recolha dos dados operacionais	
Controlo (quantidades, tempos, custos)	
Expedição de produtos finais	

2.2.1 Evolução dos sistemas ERP

A evolução dos sistemas PCP fez-se acompanhar da aplicação de sistemas MRP, que eventualmente foram progredindo (Herrmann, 2006).

Estes sistemas surgiram na década de 50 quando devido à crescente competição no mercado, as empresas sentiram cada vez mais pressão para o investimento em tecnologia que lhes permitisse sobreviver e prosperar na conjuntura em que se encontravam. A complexidade da gestão da sua produção, o aumento e a diversidades da procura conduziam a uma organização dos recursos de uma empresa morosa e exigente (Monteiro, 2016).

Coincidentemente, nesta altura surgiram os primeiros computadores comercializados para a indústria, inicialmente na área administrativa e de seguida na gestão da produção. Assim, este período ficou marcado pela chegada de programas de computadores nomeados *bill of materials processing* que permitiam a partir da *bill of materials* e do *master production schedulling (PDP)* o cálculo das necessidades de cada material (Laurindo & Mesquita, 2000).

Mais tarde, com o desenvolvimento da tecnologia, este programa evoluiu nos anos 70 até ao sistema MRP (*Material Requirements Planning*), que verificava as necessidades dos materiais a partir das vendas e do planeamento da produção. Tal permitia saber exatamente quando cada material era necessário por forma à não interrupção da produção devido a carência de material (Slack et al., 2007).

Para se obterem resultados fiáveis, é necessário que o programa receba as encomendas dos clientes e a previsão da procura, dos quais resulta o planeamento diretor da produção, como referido por Vollmann et al. (1997). Para além destes é necessário que se conheça a *bill of materials* (BOM) do produto, o inventário existente (*stock*), o *lead time* e o conceito de quantidade económica de encomenda, do qual se falará adiante. Os *outputs* do processo serão então as ordens de compra e as ordens de produção necessárias para que se cumpram as necessidades (Fusco, Sacomano, Barbosa, & Azzolin, 2003; Slack et al., 2007). Uma versão simplificada do esquema deste processo pode ser consultada na figura 2.

Mais tarde, na década de 80, o MRP evolui e é aperfeiçoado para o sistema MRP II (*Manufacturing Resources Planning*). Este, para além do planeamento dos materiais, planeia todos os recursos necessários à produção, ou seja, para além de base para decisões sobre

quanto e quando produzir, apoia também decisões de como produzir e como comprar (Slack et al., 2007).

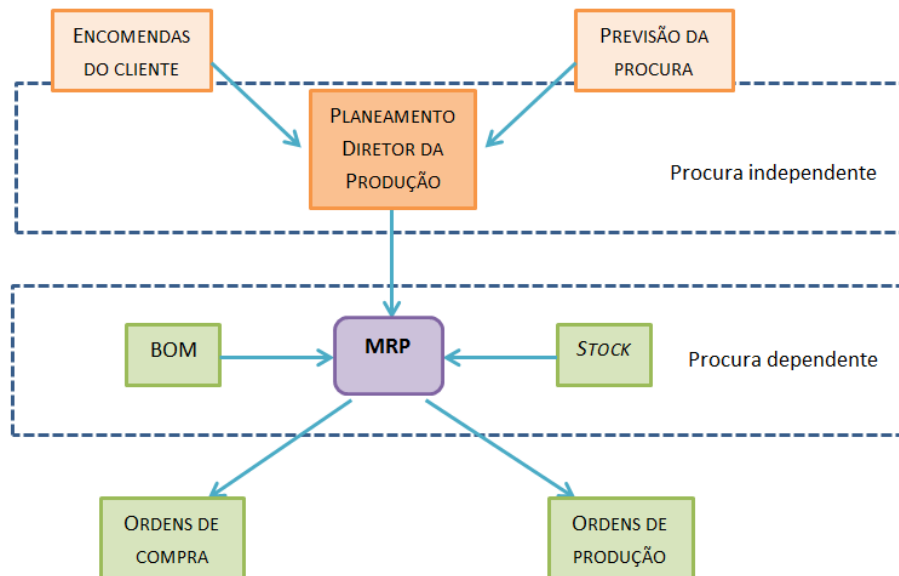


Figura 2 - Esquema MRP (Adaptado de (Slack et al., 2007))

Apesar de poderosos, estes sistemas não integravam outros sistemas da empresa, sendo, portanto, a sua amplitude relativamente limitada. Como tal, para corresponder às necessidades das empresas surgiu um novo conceito: o ERP (*Enterprise Resources Planning*). Este integra essencialmente quatro setores da empresa, marketing e vendas, recursos humanos, produção e logística, e finanças. Esta integração é feita de tal forma que não exista informação duplicada. O seu objetivo é integrar a gestão das diferentes funções de uma organização como um todo para que todos os processos relacionados tenham um melhor desempenho (Slack et al., 2007; Vollmann, 2005). Muitas empresas que colaboram entre si (cliente e fornecedores) possuem já este tipo de sistemas. O desenvolvimento natural é o de que estes sistemas comuniquem entre si. Assim, acredita-se que o verdadeiro valor dos sistemas ERP só será totalmente proficiente quando estes sistemas forem integrados pela Web ("comércio colaborativo" ou *c-commerce*) (Slack et al., 2007).

Como é possível perceber pela figura 3, a evolução dos sistemas permite um aumento proporcional da integração de sistemas de informação e uma maior extensão a toda a cadeia de abastecimento.

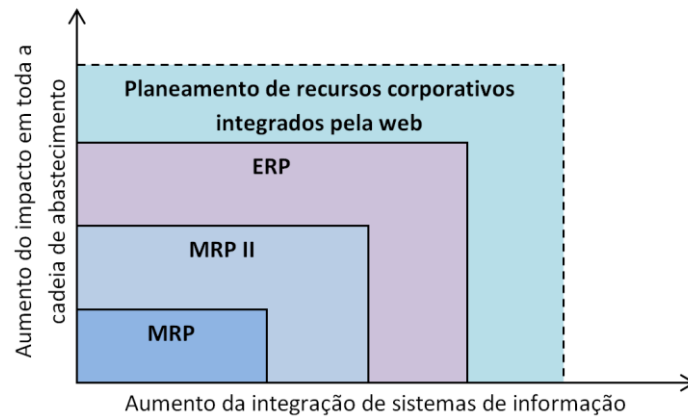


Figura 3 - A evolução do sistema ERP

2.2.2 Incerteza associada ao PCP

Um dos objetivos do planeamento da produção é gerir a incerteza associada à procura, no entanto esta é uma das maiores dificuldades. Esta resulta não só das variações do mercado como de causas internas, sejam elas erros de previsões, assincronia e falta de partilha de informações entre os diferentes elos da cadeia (Pinto, 2010). Para que o planeamento se aproxime o mais possível da realidade, os sistemas MRP devem ser aperfeiçoados de forma a que lhes seja possível superar este tipo de perturbações (Dolgui & Prodron, 2007).

Define-se como incerteza a diferença entre a quantidade de informação necessária para realizar uma determinada tarefa e a quantidade de informação que a organização possui nesse momento (Galbraith, 1973).

Ho (1989) considera dois tipos de incerteza: a incerteza do meio e a incerteza do sistema. Enquanto a incerteza relativa ao meio inclui a incerteza da procura como o cancelamento de encomendas por parte do cliente, a incerteza ligada ao sistema envolve a incerteza associada à qualidade do produto ou ao seu *lead time*, por exemplo.

Já para Davis (1993) as fontes de incerteza dividem-se em 3 tipos: a procura do cliente, o fornecimento do material e o próprio processo produtivo. A incerteza referente ao cliente está vinculada com a imprevisibilidade da procura do cliente. A incerteza no fornecimento está relacionada com a performance do fornecedor e é a que incita a manutenção de *stocks* de segurança, funcionando como uma proteção para as empresas no caso de atrasos nas entregas. A incerteza associada ao processo depende da confiabilidade do processo, por exemplo, devido à avaria de máquinas ou à priorização de outros projetos.

Por outro lado (Gupta & Maranas, 2003) assumem que as fontes de incerteza poderão ser baseadas no prazo em que estas afetam o sistema sendo então classificadas em incertezas de curto ou longo prazo. As incertezas de curto prazo incluem ordens canceladas ou antecipadas, falha nos equipamentos, variações no processamento diário; a incerteza de longo prazo envolve flutuações no preço das matérias-primas e variações sazonais da procura, por exemplo. Para estes autores os problemas podem dividir-se em estratégicos, táticos ou operacionais e compreendem o planeamento a curto, médio e longo prazo.

Para evitar um aumento de custos associados ao *stock* de segurança e o declínio do nível de serviço, é necessário controlar os níveis de inventário. Os sistemas ERP visam ajudar a tomada de decisões corretas para um planeamento associado a um grande grau de incerteza (Dolgui & Prodhon, 2007).

2.3 Gestão de *stocks*

“O stock é um mal necessário.” (Zermati, 1990, p. 47)

A gestão de *stocks* é parte fundamental de qualquer organização já que permite um ajuste entre a procura e a produção. Contudo, a sua existência torna-se numa maneira onerosa de atenuar e camuflar vários problemas presentes no processo produtivo. Como tal, é imprescindível estabelecer ações que permitam o equilíbrio entre o benefício inerente à existência de *stocks* e o seu inevitável custo (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2007). Como é de esperar, quanto maior for a flutuação da procura, mais *stock* será necessário para que se mantenha um nível de serviço satisfatório. Assim, o objetivo primordial da gestão de *stocks* é minimizar os *stocks* sem afetar o nível de serviço.

Os itens mantidos em *stock* podem ser diferentes materiais, em variadas fases de processo e com diversas funções. Bolton (1994) definiu quatro tipos de materiais que poderão encontrar-se em inventário: produtos acabados que aguardam encomendas dos clientes, peças processadas que aguardam a próxima fase de processamento, itens de consumo como materiais de compra usados na produção, materiais de serviço usados na administração e na manutenção. O mesmo autor constatou também a existência de diversas razões para a permanência de inventário, entre elas: *stock* de produto acabado que funciona como uma almofada entre a procura do cliente e a oferta do fornecedor; *stock* em *WIP* que permite

ajustar diferentes ritmos de trabalho; *stock* de materiais de consumo e/ou serviço que pode permitir a compra de materiais com descontos de quantidade.

Apesar das vantagens mencionadas até aqui, é evidente que a manutenção de *stock* implica muitos inconvenientes. A existência de capital investido e imobilizado em artigos não vendidos é um dos principais problemas, mas também a existência de artigos perecíveis, vulneráveis a determinadas condições ou com prazos de validade que implicam uma potencial perda caso sejam mantidos em inventário demasiado tempo ou em condições inadequadas (Zermati, 1990). Encontramos ainda como desvantagens a ocupação de espaço e o aumento do tempo médio de produção (Courtois et al., 2007).

Por outro lado, a rotura também se apresenta como um inconveniente uma vez que pode levar à perda de vendas e consequente perda de clientes (Zermati, 1990).

A maioria das empresas inclui nos seus custos o custo do material, o custo de armazenamento e o custo de encomenda, mas omite custos como o de obsolescência ou de retrabalho de inventário, sendo, portanto, difícil perceber a extensão deste problema. Como tal, muitas empresas, ao balancear estes custos com a possibilidade de rotura, optam por apostar fortemente na manutenção de *stocks* sem quase considerar custos, uma vez que a rotura implica repercussões imediatas para o cliente.

Portanto, a aplicação de uma política de gestão de *stocks* envolve perceber em que momento e em que quantidade se deve encomendar, simultaneamente com a minimização dos custos e com a maximização da satisfação do cliente (Carvalho, 2012).

Um tipo muito particular de *stock* é o *stock* de segurança (SS). Normalmente, uma empresa que possua uma cultura de SS zero não é sustentável. Este *stock* serve geralmente como proteção para a empresa contra eventuais atrasos internos ou externos e que poderão levar a perdas nas vendas (Bowersox, 1969). O SS pode ser calculado através de previsões e históricos de vendas da empresa e serve para evitar a rotura de *stocks*, uma vez que minimiza o impacto das instabilidades da procura.

Gomes & Lisboa (2008) dividem os sistemas de controlo de *stocks* para a procura independente em dois tipos: modelos de quantidade fixa (ou quantidade económica de encomenda) e modelos de período fixo. As suas características encontram-se discriminadas na tabela 2.

Tabela 2 - Características dos modelos de gestão de stocks segundo Gomes & Lisboa (2008)

Caraterísticas	Modelo de quantidade fixa	Modelo de período fixo
Quantidade a encomendar	Constante	Variável de encomenda para encomenda
Quando encomendar	Quando se atinge o nível mínimo de <i>stock</i>	Quando chega o período de revisão
Dimensão dos <i>stocks</i>	Menor	Maior devido à necessidade de proteção durante o período de revisão
Tipo de artigos	Artigos críticos, caros ou relevantes.	-

2.3.1 Quantidade económica de encomenda

A quantidade económica de encomenda (QEE) é um conceito há muito presente na indústria e um dos que revela mais sucesso pela sua simplicidade de aplicação (Teng, 2009).

Apesar de fornecer um bom ponto inicial, ou nalguns casos até, uma ótima aproximação para descrever a dinâmica dos inventários (Tersine, 1994) é baseado em alguns pressupostos segundo Carvalho (2012) e Gonçalves (2010):

- A procura e o prazo de entrega são constantes e conhecidos;
- Não existem roturas;
- Não existem restrições de espaço e quantidade;
- A taxa de entrega do fornecedor é infinita;
- A quantidade de encomenda é colocada em *stock* de uma vez só;
- Os custos não variam com o tempo;
- O custo de aquisição unitário não depende da quantidade de encomenda;
- O custo de encomenda unitário é fixo e não depende da quantidade de encomenda;
- O custo de posse é proporcional ao número de itens em *stock*.

O objetivo deste modelo é definir a quantidade de material a encomendar que minimiza o custo de posse e o custo de encomenda. O custo de posse define-se como o custo que a empresa assume pela armazenagem do material, desde o custo das instalações, recursos humanos, impostos, etc., e que variam com a quantidade encomendada; o custo de encomenda envolve todos os custos relacionados com o lançamento e receção de uma encomenda. Através da minimização da soma destes custos é possível determinar a

quantidade económica de encomenda QEE, conforme gráfico da figura 4. Os cálculos associados a este modelo encontram-se no anexo I (Carvalho, 2012).

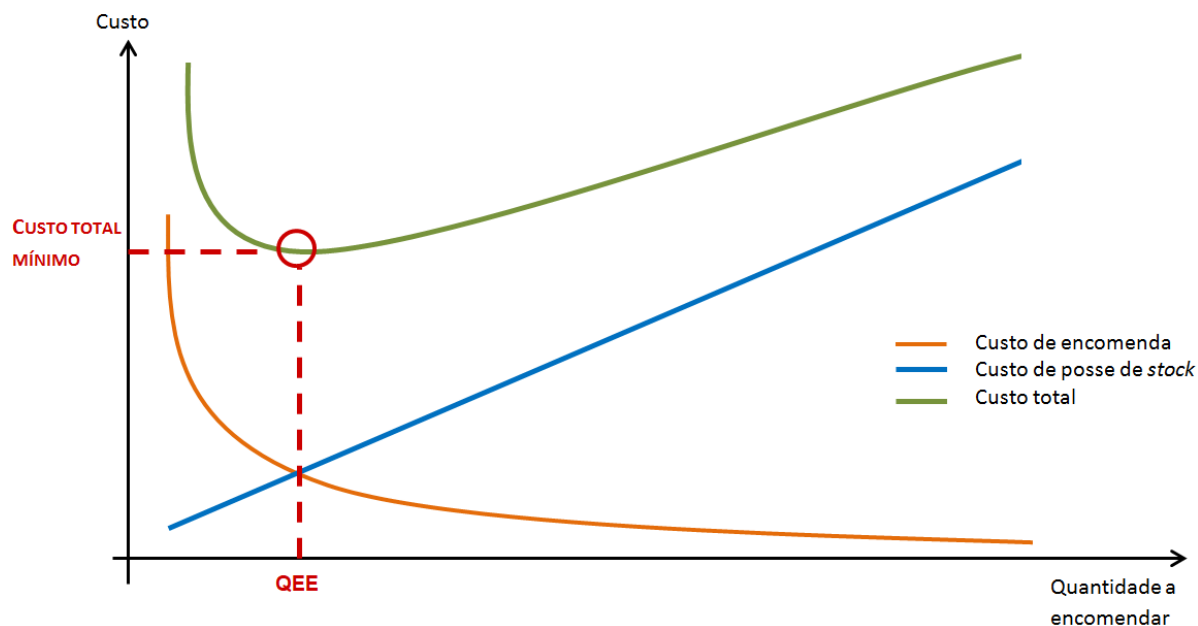


Figura 4 - Modelo QEE (adaptado de (Carvalho, 2012))

2.3.2 Quantidade económica de encomenda com descontos de quantidade

O modelo anterior assume que o preço não varia, independentemente da quantidade encomendada. Contudo a realidade é bastante diferente já que muitos fornecedores apresentam um custo unitário mais baixo para quantidades maiores. Como tal, neste modelo é introduzido o custo de aquisição anual.

Carvalho (2012) afirma que este desconto apenas será vantajoso, no caso da diminuição do custo de aquisição anual e de encomenda anual for superior ao aumento do custo de posse anual, já que, uma vez que as quantidades encomendadas vão ser maiores, as quantidades em *stock* irão também aumentar.

Este autor definiu um algoritmo para encontrar o ponto ótimo da função custo total presente que pode ser consultado no anexo II.

2.3.3 Modelo de revisão contínua

Este modelo é equivalente ao modelo do QEE com a diferença de que existe um *stock* de segurança uma vez que a procura e/ou a oferta são aleatórias (Carvalho, 2012).

Este modelo pressupõe uma quantidade a encomendar fixa e um período entre encomendas variável. Para além disso, prevê uma revisão constante dos níveis de *stock* já que, quando

um determinado valor é atingido, é necessária uma encomenda ao fornecedor para evitar a rotura de *stock*. Esta rotura apenas acontecerá se a procura no prazo de entrega for superior ao ponto de encomenda ou ponto de reabastecimento (R). Este ponto R será igual à procura média durante o prazo de entrega à qual se acrescenta uma folga contra eventualidades. A esta folga é dado o nome de *stock* de segurança, como referido anteriormente.

A quantidade a encomendar é fixa e, naturalmente, aquela que minimiza os custos totais de aprovisionamento (CTA). Ao contrário dos outros modelos, neste inclui-se o custo de rotura, ou seja, o custo que a empresa sofre por não ter o material disponível na quantidade e no momento desejados. Assim, para a minimização deste custo é necessário calcular a quantidade a encomendar (Q^*) e o nível de serviço ótimo (α^*), já que existe um custo de rotura associado.

Contudo, uma vez que o custo de rotura é difícil de determinar, assume-se a quantidade a encomendar como a quantidade económica calculada no modelo presente no anexo I e pré-define-se o nível de serviço. À semelhança do modelo da QEE, a encomenda efetua-se aquando da chegada do *stock* ao ponto R , com a particularidade que neste modelo se inclui um *stock* de segurança. Todas estas equações podem ser consultadas no anexo III.

2.3.4 Modelo de revisão periódica

Este modelo tem a peculiaridade de ter um momento para colocação de encomenda definido *a priori* e com periodicidade fixa entre encomendas, quer por política interna quer por acordo com o fornecedor. As análises ao inventário são realizadas periodicamente e não continuamente, ou seja, apenas no momento de colocação de encomendas. Assim, neste caso, o que varia é a quantidade de encomenda, mantendo-se fixo o intervalo entre encomendas (Carvalho, 2012).

O *stock* alvo T , assume-se como a procura média durante o prazo de entrega acrescido do período de encomenda, à qual se soma um *stock* de segurança para contrariar a variabilidade da procura.

Relativamente à quantidade a encomendar Q , como referido anteriormente, estará dependente de cada ciclo de encomenda.

Uma vez que a quantidade a encomendar varia de encomenda para encomenda, é necessário calcular uma quantidade média para que se possa proceder ao cálculo do CTA. O autor Carvalho (2012) assumiu este valor médio como a procura média durante o período

entre encomendas ($d \cdot P$). No anexo IV podem ser consultados os cálculos associados a este modelo.

Em suma, dependendo das características do sistema poder-se-á escolher o procedimento mais adequado.

2.4 Lean Production

As origens da filosofia *lean* remontam a meados do século XX, quando após a segunda guerra mundial a Toyota surgiu com um modelo de gestão da produção completamente inovador. O *Toyota Production System* (TPS) caracterizava-se essencialmente pela redução de custos através da eliminação de desperdícios e pela utilização otimizada de recursos a todos os níveis (Hunter, 2008; Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977). Estes fundamentos foram aprofundados por Taiichi Ohno e Shingeo Shingo anos depois e são desenvolvidos pelo próprio Ohno na obra *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (1998), publicada originalmente em 1978 no Japão (Ohno, 1988).

O termo *lean production* surgiu como a adaptação ocidental do TPS e foi amplamente difundido através do livro *The machine that changed the world* (Womack et al., 1990) onde foram apresentadas claras diferenças entre empresas que não utilizavam esta metodologia e a Toyota que evidenciava clara superioridade. Desta forma, era evidente que da implementação desta filosofia advinham resultados extremamente positivos como um aumento da qualidade, da produtividade e da flexibilidade do sistema de produção a um custo mais baixo (Black & Hunter, 2003).

Associado às bases fundamentais do TPS aparece o símbolo de uma casa, uma vez que é um sistema estrutural. Na figura 5 é apresentada a versão elaborada por Liker (2004).

Existem diferentes versões da casa do TPS, mas os princípios fundamentais permanecem os mesmos. Segundo Liker (2004), no centro do sistema estão as pessoas. No telhado encontramos os objetivos: qualidade superior, *lead time* mais curto, a um custo inferior e com mais segurança, integridade e motivação. Os dois pilares representam o *just-in-time* (entregar o produto certo, na quantidade certa e na hora certa) e o *jidoka* (automação com toque humano). Finalmente existem vários elementos fundamentais, as bases do TPS: processos normalizados, estáveis e confiáveis, produção nivelada, a gestão visual e a filosofia Toyota que permitem que o sistema se torne confiável.

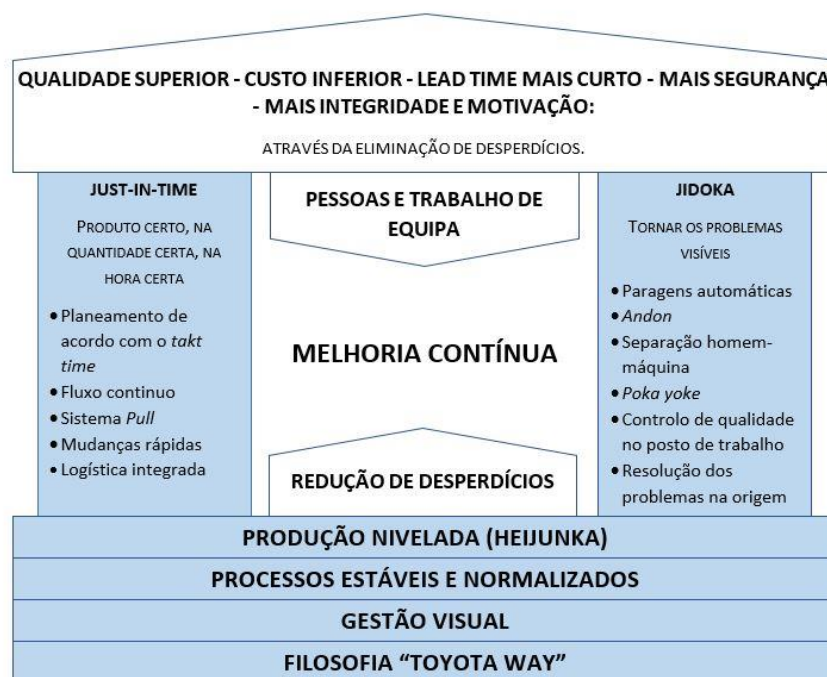


Figura 5 - Casa TPS: princípios, conceitos e ferramentas do TPS (adaptado de Liker (2004))

2.4.1 Desperdícios

Como referido anteriormente o TPS caracteriza-se pela eliminação de desperdícios.

“Tudo o que fazemos é olhar para a linha do tempo desde que o cliente coloca uma encomenda até ao momento em que recebemos o pagamento. E estamos a reduzir esse tempo ao remover desperdícios.” (Ohno, 1988, p. 9)

Considera-se desperdício qualquer atividade que consome recursos, mas não cria valor para o cliente. No caso das atividades que não acrescentam valor, consideram-se desperdícios e enquadram-se num de dois tipos: a atividade que não cria valor, mas é inevitável com a tecnologia atual; e a atividade que não acrescenta valor e não é necessária e que pode, por isso, ser eliminada (Marchwinski, Shook, & Schroeder, 2014). Apenas 5% do total de atividades presentes numa organização acrescentam valor ao produto final, 35% não acrescentam valor mas são necessárias e os restantes 60% não acrescentam valor e são dispensáveis (Melton, 2005). É, portanto, este último que se pretende eliminar.

Taichi Ohno identificou 7 *mudas* – palavra japonesa para designar desperdício. Mais tarde Liker admite a existência de um oitavo desperdício (Liker, 2004):

1. **Sobreprodução:** produção excessiva ou antes do tempo, relativamente à procura que implica um aumento dos custos de inventário (Ohno, 1988). Pode acontecer devido a

mau planeamento da produção, por exemplo. Assume-se como o pior desperdício uma vez que interfere com todos os outros.

2. **Esperas:** recursos parados devido à interrupção do fluxo de produção, como operadores a aguardar o próximo processo ou a observar um processo automatizado. Idealmente cada recurso estaria sincronizado com todos os outros e com uma utilização produtiva de cem por cento (Melton, 2005).
3. **Transportes:** movimento de qualquer material ou produto uma vez que a sua deslocação não acrescenta valor e representa um risco de danificação, perda ou atraso (Ohno, 1988).
4. **Sobreprocessamento ou processamento incorreto:** operações repetidas ou realizadas de forma ineficiente que podem causar movimentos desnecessários ou defeitos (Liker, 2004). Pode ser evitado recorrendo à normalização do trabalho o que garante que todos os trabalhadores realizam a tarefa da forma correta e com recurso às ferramentas necessárias (Bell, 2005).
5. **Excesso de inventário:** excesso de matéria-prima, WIP ou produtos o que acarreta custos e camufla eventuais problemas como atrasos de fornecedores, produção não balanceada ou esperas (Liker, 2004).
6. **Movimentos:** qualquer movimento que o operário realize e que não seja estritamente necessário para o processo, como procurar ou alcançar ferramentas ou materiais e caminhar (Liker, 2004). Mais uma vez, este desperdício pode ser eliminado recorrendo à normalização do trabalho (Ohno, 1988).
7. **Defeitos:** produção de produtos defeituosos ou não-conformes o que pode envolver retrabalho ou mesmo sucata o que implica reposição do material desperdiçado (Ohno, 1988).
8. **Desaproveitamento do potencial humano:** perder tempo, ideias ou melhorias por não atentar aos funcionários e ao seu potencial (Liker, 2004).

Para além destes, Pinto (2010) identifica também o desperdício da utilização de sistemas inapropriados, de energia, de materiais, nos serviços e escritórios e o desperdício do tempo do cliente. Numa ótica de melhoria contínua é necessário identificar, quantificar e avaliar estes desperdícios.

2.4.2 Técnicas, ferramentas *Lean* e outras ferramentas

Para que seja possível colocar em prática todos os princípios e metodologias do modelo *Lean Production*, existem várias ferramentas acessíveis, as ferramentas *lean* (Arif-Uz-Zaman & Nazmul Ahsan, 2014).

Trabalho normalizado

A realização de atividades aleatórias e de métodos inconsistentes leva a que muitas operações sejam repetidas ou realizadas de forma ineficiente. Tal pode causar movimentos desnecessários ou defeitos (Liker, 2004). Segundo Bell (2005) estes desperdícios podem ser reprimidos com recurso à normalização do trabalho que assegura os melhores resultados possíveis, através da redução ou eliminação da variabilidade nos processos. A normalização do trabalho consiste em documentar e normalizar processos para que procedimentos padrão sejam utilizados por todos os operadores a fim de que executem a tarefa correta através das ferramentas corretas. A construção de processos normalizados garante o que cada operador tem que fazer, em que momento fazer e quanto tempo vai precisar. Consequentemente, favorece a melhoria contínua, uma vez que reduz as instabilidades dentro do processo (Ortiz, 2006). Na figura 6 é possível encontrar um exemplo de um documento que poderá ser usado para a normalização do trabalho.

Work Methods Chart						
Part #:		Required output:		Confirmation:	Name:	
Part name:		Breakdown name:		Dept:	Date:	
Cycle time:				Standard in-process inventory:		
Sequence	Description of operation	Quality		Critical factors (correct/incorrect, safety, facilitation, etc.)	Net time	
		Check	Measure		Min.	Sec.

Figura 6 – Exemplo: trabalho normalizado (Productivity Press Development Team, 2002)

Nivelamento da Produção

Nivelamento (*Heijunka* em japonês), como referido anteriormente, consiste em combinar a capacidade de produção com a carga de trabalho, no sentido de balancear o uso dos recursos, estabilizar o sistema produtivo e, por conseguinte, diminuir o efeito chicote (Korytkowski, Wisniewski, & Rymaszewski, 2013; Matzka, Di Mascolo, & Furmans, 2012).

Esta ferramenta permite estabilizar tanto as quantidades como a sequência de produção dos artigos, o que se traduz numa melhoria da eficiência produtiva. Assim sendo, verifica-se uma contração dos custos, um aumento da flexibilidade, da qualidade e da celeridade de produção, o que resulta num aumento do nível de serviço (Bohnen, Maschek, & Deuse, 2011).

Key Performance Indicators (KPI)

“Não é possível gerir o que não se pode controlar e não se pode controlar o que não se pode medir!” Peter Drucker (Weber & Thomas, 2005, p. 3)

Os indicadores chave de desempenho, em inglês, *Key Performance Indicators*, são ferramentas de gestão que possibilitam a medição de ações perante as metas pretendidas, a própria avaliação e posterior controlo do sistema. Estes indicadores apresentam um conjunto de medidas concentradas no desempenho da organização e que se apresentam como cruciais para o sucesso atual e futuro da organização (Domínguez, Pérez, Rubio, & Zapata, 2019; Parmenter, 2007).

Independentemente do tipo de organização, a definição de metas conduz os seus esforços para o sucesso, o que implica a conclusão das tarefas que necessitam de ser executadas pelos recursos adequados (Shahin & Mahbod, 2007).

Este tipo de medidas permite expor eventuais lacunas entre o desempenho medido e o ambicionado, tanto ao nível da eficácia e eficiência como da qualidade, identificando com precisão os pontos estratégicos de intervenção para a melhoria do desempenho (Feld, 2001; Weber & Thomas, 2005).

Análise ABC

Esta ferramenta enquadra-se na filosofia *Lean* a fim de classificar os artigos, uma vez que nem todos têm o mesmo grau de importância (Carvalho, 2012).

É baseada no princípio de Pareto no qual se afirma que 20% da população detém cerca de 80% da riqueza (Pareto, 2014). Assim, esta ferramenta permite classificar os artigos consoante a sua relevância. Estes dividem-se em três classes: Classe A (a mais importante e que deve ser o foco da gestão ao nível da eficiência de *stocks*), B e C (a menos importante e, portanto, com uma gestão de *stocks* mais superficial).

Razzolini Filho (2012) afirma que a correta elaboração da análise ABC, deve seguir a seguinte sequência:

- Determinar a utilização num determinado período para cada artigo;
- Multiplicar o seu consumo pelo seu valor unitário;
- Colocar os itens por ordem decrescente do seu valor financeiro;
- Calcular a percentagem de cada item relativamente ao valor total;
- Organizar e separar os materiais em classes A, B e C.

Análise XYZ

Esta análise surge como um complemento à análise ABC e tem como objetivo avaliar a frequência de utilização de cada material. Assim, artigos X assumem-se como os artigos com procura previsível, Y flutuante e Z irregular.

Segundo Chackelson & Errasti, (2010), para os artigos Z não devem ser mantidos elevados níveis de *stock*, uma vez que se corre o risco de armazená-los por longos períodos.

Diagrama de Ishikawa

Este diagrama, também conhecido como Causa-Efeito ou Espinha de Peixe, foi desenvolvido em 1950 pelo Professor Kaoru Ishikawa. O seu objetivo é identificar de forma estruturada as possíveis causas associadas a um problema. Assim, o efeito (problema) é escrito na ponta de uma seta; as potenciais causas são então adicionadas a fim de completar o diagrama (Juran & Godfrey, 1999).

Em suma, o pensamento *lean* assume-se como uma filosofia genérica e que tem o potencial de ser aplicado a qualquer sistema ou processo, a fim de identificar áreas críticas de melhoria e, por fim, trazer melhorias (Hicks, 2007).

2.5 Lean Office

Devido à grande competição interempresarial, tornou-se vital para a sobrevivência das empresas a eliminação de desperdícios não só ao nível da produção como em todas as outras áreas. A crescente complexidade das áreas indiretas de negócios (departamentos de apoio, por exemplo, planeamento, desenvolvimento, gestão) faz com que os processos se tornem menos transparentes e, portanto, é mais difícil distinguir entre atividades que acrescentam valor e desperdícios (Magenheimer, Reinhart, & Schutte, 2014). Entre 60% e 80% dos custos associados a um produto são custos não-produtivos, tornando-se imperativa a aplicação dos princípios *lean* às áreas não produtivas (Tapping & Shuker, 2003).

Quando se aplica a filosofia *lean* às áreas administrativas estamos perante o conceito de *lean office*. Este conceito pretende transpor os princípios *lean* para ambientes não produtivos seguindo o fluxo de informação que não acompanha os materiais ou os processos de produção. Para isso, prioriza objetivos relacionados com a redução de custos, eliminação de retrabalho, minimização de problemas de comunicação, redução e eliminação de atividades que não agregam valor aos processos, aumento da produtividade, eficiência das funções administrativas e melhor aproveitamento da área de trabalho em ambientes administrativos, produzindo mais e com mais qualidade (Sastre, Saurin, Echeveste, de Paula, & Lucena, 2018).

No seguimento das atividades administrativas são geradas determinadas informações. Existem três requisitos essenciais inerentes a esta informação: necessita de ser correta, completa e consistente, de forma a evitar conclusões erradas que influenciem a qualidade do sistema de planeamento e controlo de produção (Schuh, Reuter, Prote, Brambring, & Ays, 2017). Neste tipo de tarefas é frequente os trabalhadores serem interrompidos, terem demasiados assuntos pendentes, atrasarem-se no envio de documentos, percorrerem processos excessivamente burocráticos, falharem na comunicação interna, desconhecerem os procedimentos da organização, manipularem documentos desnecessários e solicitarem assinaturas dispensáveis. Assim, neste caso, através da redução de desperdícios pretende-se criar um fluxo de informação e conhecimento contínuo. No entanto torna-se mais complexo seguir o fluxo imaterial (de natureza intangível) do que o material (processos e transformações físicas) pela sua abstratividade (McManus, 2005). Este autor apresenta a distinção dos princípios *lean* quando aplicadas a cada área (tabela 3).

Tabela 3 - Princípios lean: produção VS administração (McManus, 2005)

Princípio	Produção	Administração
Valor	Visíveis em cada etapa; objetivos bem definidos	Difíceis de ver; objetivos variáveis
Cadeia de Valor	Materiais	Informações
Fluxo Contínuo	Interações são desperdícios	Interações planejadas devem ser eficientes
Produção Puxada	Guiado pelo <i>takt time</i>	Guiado pela necessidade da empresa
Busca pela perfeição	Processo repetitivo sem erros	O processo permite a melhoria organizacional

Apesar da diferença óbvia entre processos que envolvem ou não matérias-primas, máquinas e produtos, é possível prever que os seus desperdícios são semelhantes (McManus, 2005). Assim, cada um dos primeiros 7 desperdícios associados ao *lean production* pode ser transposto para o *lean office*, tanto para processos administrativos como para a transferência de informações. Esta associação pode ser verificada na tabela 4.

Tabela 4 - Desperdícios lean (Adaptado de (Lareau, 2003; Redeker, Kessler, & Kipper, 2019)

	Produção	Administração	Informação
Defeitos	Problema de qualidade do produto ou serviço	Erros frequentes de documentação, problemas na qualidade dos serviços ou baixa performance de entrega	Informação incorreta ou imprecisa, falta de padrões nos formatos de informação
Excesso de produção	Produção em excesso ou demasiado cedo, resulta em excesso de <i>stock</i>	Criação e distribuição de mais informação do que a necessária	Excesso de sistemas e de fontes de informação
Esperas	Recursos em espera	Períodos de inatividade de pessoas e/ ou informações	Esperas pela informação, informação não flui
Transportes	Movimentação excessiva de materiais, peças em processamento e/ ou produtos acabados	Movimentação desnecessária de informações	Intervenção manual devido à falta de integração entre sistemas, informação transferida para o destinatário errado
Movimentos	Movimentação desnecessária dos colaboradores (<i>layout</i> desadequado)	Movimentação desnecessária de informações e/ ou pessoas	
Stock	Excesso de matéria-prima, peças em processamento e/ ou produtos acabados	Excesso de informação armazenada	Informação excessiva, perdas de informação, documentação excessiva, detalhes desnecessários
Processamento inadequado	Utilização incorreta ou redundante de ferramentas, processos e/ ou sistemas	Utilização incorreta ou redundante de procedimentos ou sistemas	Atraso na distribuição de informações, informação imprecisa conduz a ações corretivas, aumento de recursos para processar essas ações

Após a identificação dos desperdícios associados à administração e a analogia aos da produção é necessário compreender as suas causas para o que objetivo final da eliminação de desperdícios possa ser alcançado. Se soubermos exatamente a razão da ocorrência de determinados desperdícios torna-se mais fácil a sua eliminação. McManus (2005) exemplificou os desperdícios relacionados com a informação e associou a cada um variadas causas (tabela 5).

Tabela 5 - Exemplos e causas dos desperdícios da informação (McManus, 2005)

	Exemplo	Causas
Defeitos	Erros na entrada ou relatório de dados	Erro humano Modelos de entrada mal projetados
	Erros nas informações fornecidas aos clientes	Falta de revisões, testes, verificações
	Informação não faz sentido para o utilizador	Entrega de dados brutos em vez de informações, recomendações ou decisões
Excesso de produção	Detalhe e precisão desnecessários	Tendência para personalizar Mais detalhe do que o necessário no <i>design</i> inicial
	Informação empurrada, não puxada	Processo descontrolado
	Dispersão da informação	Falta de entendimento da necessidade de cada participante “Enviar a informação para todos”, em vez de satisfazer necessidades específicas
Esperas	Colaboradores esperam pela informação	Falta de acesso Atraso na atualização das bases de dados Múltiplas aprovações Processo mal projetado ou executado para fornecimento de informações
	Informação espera pelos colaboradores	Informação criada cedo demais e que pode estar já obsoleta no momento da utilização
Transportes	Múltiplas pessoas lidam com a mesma informação	Falta de acesso devido a limitações do sistema, ineficiências organizacionais, acumulação de conhecimento, problemas de segurança
	Procura pela informação	Falta de um fluxo claro de informações
	Reentrada ou reformatação de dados	Tipos de informação incompatíveis Sistemas/ ferramentas incompatíveis
	Troca de equipamento para acesso da informação	Incompatibilidade de <i>softwares/ hardwares</i>
Movimentos	Movimentação do colaborador para recolha da informação, recolher documentos impressos	Falta de acesso <i>online</i> Falta de versões digitais da informação
	Excesso de operações com o rato e com o teclado	Falta de prática Interfaces de utilizador mal projetadas <i>Softwares</i> incompatíveis
	Organização ou disposição física deficiente	Membros da equipa distantes Estrutura organizacional impede a formação das equipas corretas
Stock	Excesso de informação	Desconhecimento das necessidades dos utilizadores
	Fontes múltiplas/ redundantes	Tendência para manter ficheiros individuais
	Informação desatualizada/ obsoleta	Falta de controlo das versões Falta de um sistema de atualização de informações Práticas de arquivamento inadequados

	Exemplo	Causas
	Informação <i>just-in-case</i>	Recolha, processamento e armazenamento de dados que o colaborador considere eventualmente necessária, mesmo sem um fim específico
Processamento inadequado	Formatação excessiva/ personalizada	Falta de normalização
	Relatórios numerosos e fragmentados	<i>Design</i> deficiente de saída Desconhecimento das necessidades dos utilizadores
	Processamento em série desnecessário	<i>Design</i> pobre do sistema Desconhecimento da capacidade de processamento simultâneo
	Aprovações em excesso para liberar informação	Mentalidades controladoras

Em síntese, é possível prever os desperdícios relacionados com os processos administrativos que farão aumentar tanto o tempo como os custos destes processos.

Técnicas e ferramentas *Lean Office*

Para diminuir o custo e o tempo das tarefas administrativas é imperativo selecionar ferramentas adequadas à eliminação destes desperdícios.

Seguindo uma estratégia semelhante à do *Lean Production*, Tapping & Shuker (2003) apresentaram algumas ferramentas e conceitos que poderão ser aplicados ao *Lean Office* numa transposição ponderada do sistema produtivo para o sistema administrativo.

5S

Baseado em 5 palavras japonesas cujo significado é utilização (separar os recursos necessários dos desnecessários), organização (organizar e facilitar o acesso aos recursos necessários), limpeza (manter o local, as ferramentas e os equipamentos limpos e arrumados), normalização (criar normas), disciplina (comprometimento em cumprir). Esta ferramenta permite reduzir o tempo gasto em atividades que não acrescentam valor em até 25% (Tapping & Shuker, 2003).

Fluxo contínuo

Significa produzir apenas o que é necessário, na quantidade necessária e no momento necessário. Na administração significa ter a capacidade de saber os processos necessários em cada momento, nem mais nem menos. Para tal é necessário eliminar todas as formas de desperdício, desde os relatórios sem utilidade prática a reuniões sem objetivos definidos (Tapping & Shuker, 2003).

Trabalho normalizado

Representa um conjunto pré-definido de procedimentos de trabalho que determina o melhor método e a melhor sequência para cada processo. Através da normalização do trabalho administrativo é possível minimizar as variações nos diferentes métodos para a sua realização tornando as tarefas mais eficientes e assegurando que todos os trabalhadores as executam corretamente (Tapping & Shuker, 2003). Na figura 7 é apresentado um documento que poderá ser utilizado para a normalização do trabalho administrativo.

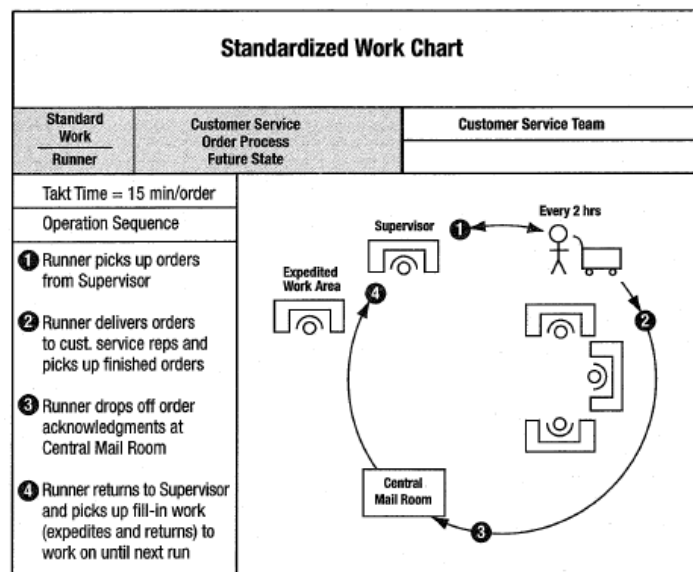


Figura 7 – Exemplo: normalização do trabalho administrativo (Tapping & Shuker, 2003)

Mapeamento de processos

Cada vez mais as organizações têm vindo a usar processos de negócios para perceber, gerir e otimizar as suas atividades (Respício & Domingos, 2015).

O mapeamento do processo permite uma visão geral de todos os fluxos quer de informações quer de materiais, incluindo atividades que acrescentam valor e desperdícios (Rother & Shook, 2003). De forma simplificada apresentam-se as etapas a seguir (Jorge & Miyake, 2016):

1. Definir o processo que se pretende mapear e os seus limites iniciais e finais;
2. Recolher dados para a descrição do processo e das suas atividades;
3. Desenhar um mapa geral do processo e corrigi-lo até que espelhe a realidade;
4. Criar mapas detalhados desagrupando as atividades em tarefas mais específicas;
5. Identificar as oportunidades de melhoria do processo;
6. Desenhar um mapa que projete o estado futuro desejado.

Duas linguagens utilizadas para mapear processos são expostas de seguida:

Business Process Model and Notation (BPMN)

O objetivo primordial do *Business Process Management* (Gestão de Processos de Negócios) é dar apoio aos processos de negócios através do uso de técnicas e *software*, a fim de projetar, qualificar, controlar e estudar processos operacionais que envolvam pessoas, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação (van der Aalst, ter Hofstede, & Weske, 2003). Este tem a capacidades de definir os processos de negócios bem como a relação e a interação entre eles (Verner, 2004).

Esta notação foi lançada em 2004 sob o nome *Business Process Model and Notation* (BPMN), e a partir daí tornou-se o padrão de linguagem de modelação de processos de negócios (Respício & Domingos, 2015). A sua vantagem essencial é o foco na análise da cadeia de valor de serviço ao cliente.

Esta ferramenta tem uma componente visual composta por um conjunto de elementos gráficos. Assim, o BPMN distingue quatro categorias básicas de elementos: objetos de fluxo, objetos de ligação, objetos de agrupamento e artefactos, discriminadas no anexo V. O BPMN possibilita às empresas realizar o mapeamento gráfico dos seus processos divididos em *swimlanes* a fim de ilustrar visualmente os departamentos responsáveis por cada processo e analisar se existem irregularidades, incongruências e oportunidades de melhoria.

Information Stream Mapping (ISM)

Em português, mapeamento do fluxo de informações, baseado no mapeamento de fluxo de valor de Rother & Shook (2003), é uma ferramenta visual que permite a identificação dos processos que acrescentam valor ou não. O seu objetivo passa por alcançar um estado futuro planeado através da recolha e análise sistemática de dados, com vista a reduzir custos (eliminando desperdícios e criando fluxos de informações). Apresenta também o tempo despendido em cada tarefa ou atividade (Tapping & Shuker, 2003).

Tal como o *lean production* também o *lean office* tem implícitas limitações, como a dificuldade na identificação das tarefas que não acrescentam valor devido à existência de atividades que, apesar de serem estritamente necessárias para dar contiguidade ao processo, não acrescentam valor. É o caso da aceitação do orçamento ou do prazo de

entrega por parte do cliente ou a validação da chefia, tornando-se complexo definir o conceito de tempo não produtivo. Outro obstáculo é a padronização do trabalho, uma vez que para o colaborador administrativo, a tarefa, apesar de ser repetitiva, não está ligada a uma rotina fixa nem a qualquer tipo de padrão, ao contrário do trabalho de produção.

2.6 Revisão crítica da literatura

No panorama atual, muitas empresas começaram a trabalhar com parceiros-chave por forma a possibilitar a sincronização das atividades da cadeia de abastecimento. Evidências provaram que uma forte colaboração entre os elos da própria cadeia de abastecimento poderá contribuir para aumentar significativamente o lucro da cadeia (Audy, Lehoux, D'Amours, & Rönnqvist, 2012; Lehoux, LeBel, & Elleuch, 2016).

É de salientar a lacuna na bibliografia relativa à associação do planeamento e controlo da produção, especialmente o plano diretor de produção, à filosofia e técnicas *lean*. O nivelamento é, no entanto, uma das técnicas referenciadas na literatura e que, segundo Elias (2011), poderá aumentar e suportar a produtividade da empresa. Contudo, este estudo foi de natureza qualitativa pelo que os seus resultados não podem ser generalizados. Apesar disso, é possível aferir que o nivelamento do plano mestre da produção é compatível com a filosofia *lean*.

Evangelista, Junior, Junior, & Ramos (2011) após a reestruturação do PCP verificaram uma redução do *lead time* e dos custos com inventário, bem como a diminuição de casos de rotura de *stocks*.

Quanto à gestão de *stocks*, é de fácil compreensão a pressão a que as empresas estão sujeitas por forma a baixar o nível de capital mobilizado em *stock*. Contudo é ainda assim imperativo manter um elevado nível de serviço ao cliente. Como Korponai, Tóth, & Illés (2017) provaram, o aumento do *stock* de segurança diminui a probabilidade de rotura, contudo, esta só é eliminada com um *stock* de segurança infinito. Assim, é necessário definir exatamente um *stock* de segurança tolerável e que proporcione um nível de serviço aceitável. Para tal, independentemente do método escolhido, os fatores críticos a ter em conta são a variação da procura e o tempo de reposição (Schmidt, Hartmann, & Nyhuis, 2012).

Relativamente ao conceito de mapeamento de processos, como se verifica em Esteves, Fontana, Oliveira, & da Silva (2015), está intimamente relacionado com o objetivo da normalização do trabalho, técnica aplicada tanto no *lean production* como no *lean office*.

Como passo inicial, antes do mapeamento do processo em si, Barcelos, Honorato Silva, Corrêa Nandi, & Paquelin Pereira (2017) aplicam a técnica 5W2H para identificação das tarefas do processo. A sua aplicação foi bem-sucedida e conseguiu registar a rotina de cada atividade, revelando resultados confiáveis. Estes autores propuseram um novo modelo através da linguagem BPMN para o processo de planeamento e controlo da produção que reduziu o nível de incerteza na gestão de recursos e definiram claramente os responsáveis por cada atividade do processo.

Através da utilização da notação BPMN é possível alcançar uma simplificação e melhoria de processos e consequente redução do seu tempo de execução (Mückenberger, Togashi, Pádua, & Miura, 2013). Esta linguagem permite também representar a tomada de decisões e a posterior divergência de fluxos, o que não é possível através do ISM (Macul, Amigo, & Rozenfeld, 2013). Como constatado por Knoll, Reinhart, & Prüglmeier (2019) a elaboração do ISM, apesar de todas as vantagens, apresenta um elevado grau de complexidade quando um processo se apresenta, também ele, complexo.

García-Domínguez, Marcos, & Medina (2012) recomendam a aplicação do BPMN em duas áreas principais: na descrição de atividades com um acentuado grau de informação que apoiam a produção e na descrição de processos de produção repetitivos e com poucas alterações. Segundo o mesmo autor, o ISM modela os fluxos de informação diretamente, mas não fornece, no entanto, nenhum mecanismo formal para descrever a sua estrutura interna, enquanto o BPMN modela explicitamente as mensagens trocadas entre cada um dos participantes.

Em suma, verifica-se, portanto, que o ISM é aconselhado no mapeamento de fluxos exclusivamente informativos, com escala temporal; por outro lado o BPMN enquadra-se no mapeamento de processos administrativos com um elevado grau de fluxos de informações e com a necessidade de tomada de decisões, mas sem escala temporal. Independentemente do modelo selecionado deve elaborar-se um mapeamento do processo atual e futuro.

3. EMPRESA

O presente projeto foi desenvolvido em contexto empresarial numa organização responsável pela fabricação de instrumentos e equipamentos óticos não oftálmicos. Neste capítulo será descrita a sua história, os principais clientes e fornecedores, as diferentes secções da empresa e o seu processo produtivo.

3.1 Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, S. A.

Em 1849, em Wetzlar, Alemanha, surge uma empresa designada “*Optisches institut*”. Mais tarde, já assumida por Ernst Leitz, muda de nome para Ernst Leitz – Optische Werke. Eventualmente, e devido à força da marca, a empresa muda mais uma vez de nome para Leica, uma junção de Lei-tz com Ca-mera (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017a).

Em Portugal, é fundada em 1973, em Vila Nova de Famalicão, a Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, S. A. (LCP), inicialmente Leitz Portugal – Aparelhos Ópticos de Precisão, S.A.R.L, como uma filial da atual Leica Camera AG (LCW). Já depois da mudança de instalações para Lousado, Vila Nova de Famalicão, em 2013, a empresa contava com aproximadamente 700 colaboradores. Com o crescimento da marca, a fábrica em Portugal sofre também uma ampliação.

A sucursal portuguesa, que de início se dedicava apenas à produção de componentes mecânicos e óticos, progrediu até à montagem de vários grupos de produtos acabados e semiacabados, nomeadamente binóculos/monóculos, objetivas, miras telescópicas e máquinas fotográficas, apresentados na figura 8.



Figura 8 - Produtos Leica

Atualmente, a marca Leica é reconhecida internacionalmente pela sua qualidade e prestígio, como tal, a representante da Leica Camera em Portugal é desde março de 1997, empresa certificada pela Norma ISO 9001.

O papel de cada unidade é exposto resumidamente na tabela 6.

Tabela 6 - Responsabilidades de LCW e de LCP

Leica Camera AG (Wetzlar, Alemanha)	Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, SA (VN Famalicão, Portugal)
Gestão estratégica (investimentos, marketing, posicionamento da empresa, etc.); Compras estratégicas (<i>procurement</i>); Investigação e desenvolvimento de produtos; Validação de produtos; Indicação de necessidades de venda; Finalização de produtos semiacabados recebidos de LCP.	Relatório operacional e financeiro; Planeamento da produção, cumprimento de encomendas; Gestão de clientes terceiros; Investigação e desenvolvimento; Qualificação de processos e produtos; Gestão de fornecedores locais; Gestão de recursos humanos; Serviço Técnico (<i>Sport Optics</i>).

A Leica desenvolveu um nicho de mercado, tanto pela sua qualidade incomparável como pela sua associação à história mundial através do fotojornalismo. Tais condições permitiram o desenvolvimento de um tipo de cliente específico, praticamente imune às circunstâncias socioeconómicas internacionais. Esta posição conduziu a que os fatores externos que influenciam a marca tenham poucas variáveis. No entanto, os fatores que necessitem de avaliação, como por exemplo a evolução tecnológica, são geridos pela casa-mãe.

3.2 Clientes e fornecedores

A Leica opera internacionalmente no segmento de luxo das câmaras fotográficas e produtos de ótica desportiva.

O principal cliente da LCP é a casa-mãe LCW, responsável pela colocação de pedidos que poderão ou não dar origem a encomendas. A LCW, além de cliente também é fornecedora, sobretudo quando se inicia a produção de uma peça ou produto que nunca fora fabricado em Portugal. Para além deste cliente existem outros com menos expressividade, denominados internamente de “terceiros”. Estes clientes foram surgindo para balancear a produção quando se verificava uma quebra de pedidos por parte da LCW.

Em geral, os fornecedores são geridos através da LCW. Cerca de 43% do volume de compras corresponde a empresas localizadas na Alemanha e 35% em Portugal, os restantes 22% encontram-se espalhados pelo mundo, sobretudo na restante Europa e na Ásia. Estes providenciam à LCP e às suas secções, matérias-primas, componentes e semiacabados.

Ademais, existem fornecedores geridos diretamente pela LCP e outros em regime de subcontratação para determinadas operações que, apesar de por vezes poderem ser realizadas internamente, opta por um *outsourcing*, tanto por motivos estratégicos como por falta de capacidade. Nestes casos, é normal a LCP fornecer a matéria-prima ao subcontratado. No entanto, este é um processo que, por uma razão de simplificação de fluxos, deve ser alterado a curto prazo, passando o subcontratado a comprar a matéria-prima diretamente ao fornecedor.

3.3 Secções produtivas

Atualmente, a LCP divide-se em três grandes secções produtivas geridas praticamente de forma independente: ótica, mecânica e montagem.

A ótica divide-se em duas áreas produtivas: ótica plana (prismas para monóculos, binóculos e máquinas fotográficas) e ótica esférica (lentes para objetivas, miras, monóculos e binóculos). A produção destes elementos é essencial para garantir as propriedades óticas dos produtos de acordo com os requisitos do cliente. Para tal são efetuadas operações como a fresagem, esmerilagem, polimento, lavagem, centragem, colagem e lacagem (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017d). Na figura 9 é possível observar uma tarefa da ótica.



Figura 9 - Atividade da ótica (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017d)

A mecânica inclui duas áreas produtivas: a maquinação e o tratamento de superfície, onde as matérias-primas são transformadas em componentes, quer para efeitos decorativos, quer

para efeitos funcionais. Aqui são efetuadas operações como torneamento, fresagem, polimento (figura 10), anodização e pintura (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017b).



Figura 10 - Atividade da mecânica (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017b)

A montagem é o setor da empresa onde são montados os vários componentes eletrónicos, mecânicos e óticos para criar o produto completo ou semiacabado encomendado pelo cliente. Este processo de montagem é manual e sequencial, o que torna a produção praticamente artesanal como é possível verificar pela figura 11 (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017c).

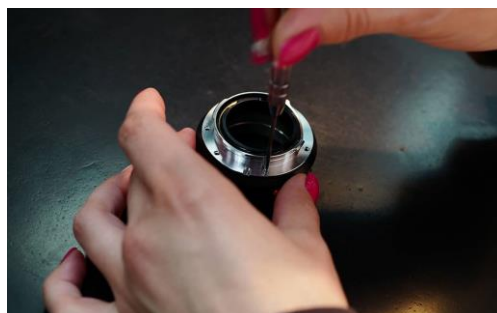


Figura 11 - Atividade da montagem (Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., 2017c)

Para além destas incluem-se secções não diretamente ligadas à produção, como a Ferramentaria, a Qualidade Entrada/Saída, a Gestão de Projeto, a Investigação e Desenvolvimento, o Serviço Técnico e a Logística.

A ferramentaria é o sector responsável por criar as ferramentas para a produção. A Qualidade Entrada/Saída tem como principal objetivo o controlo da qualidade tanto do material que chega dos fornecedores (Entrada) como dos produtos que saem para os clientes (Saída). A Logística inclui a receção e a expedição de material, bem como o planeamento da produção e as compras.

A disposição de todos os setores encontra-se representada na figura 12, estando destacado o departamento da Logística, sector onde o projeto se desenvolveu.

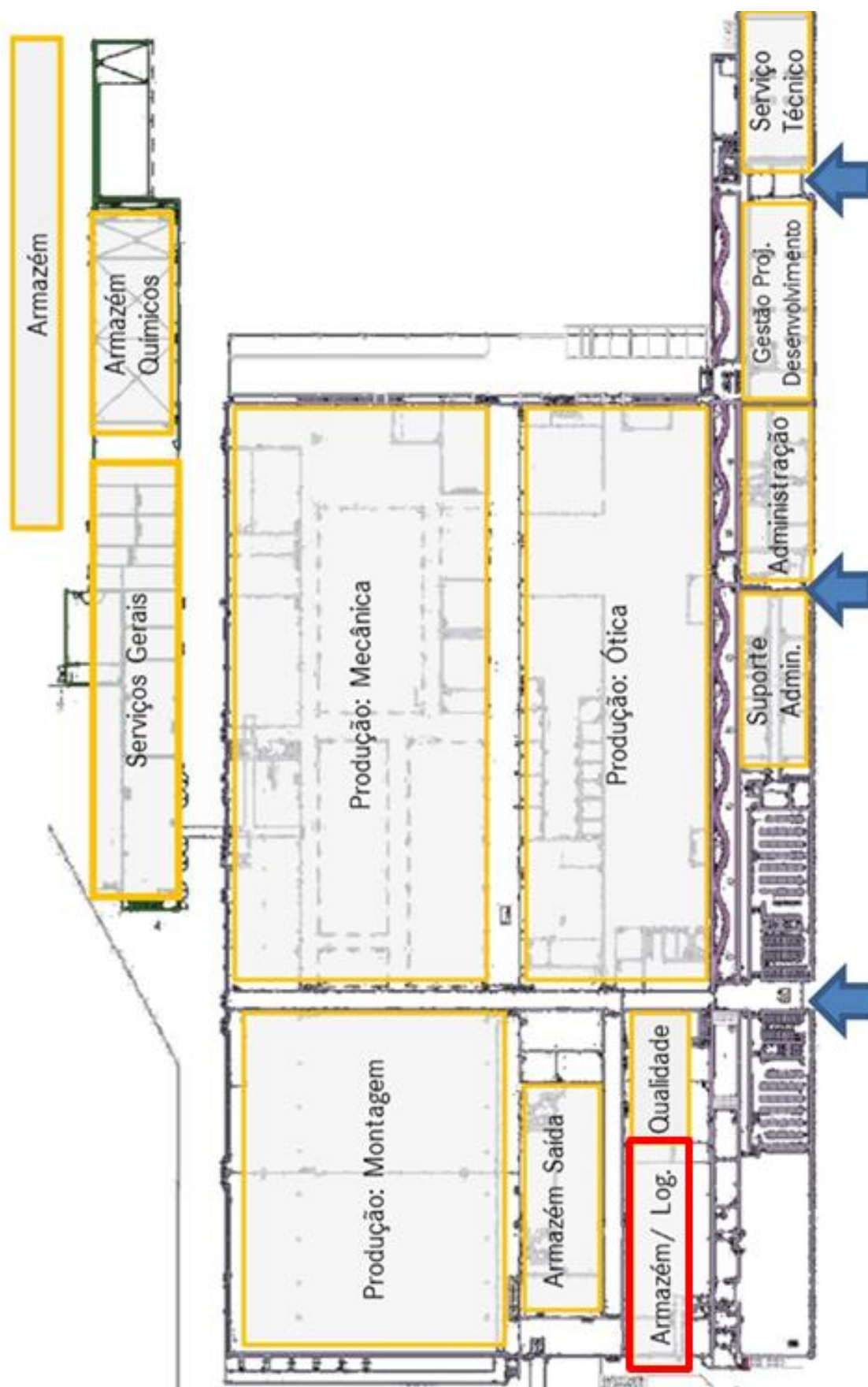


Figura 12 - Planta LCP (adaptado de Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A., (2018))

3.4 Departamento da Logística

Este departamento encontra-se dividido em quatro grandes ramos: orçamentação, planeamento, compras e gestão de armazéns, conforme representado na figura 13.

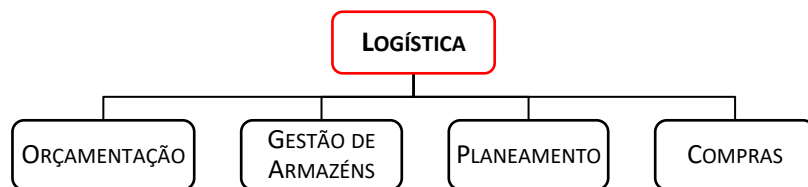


Figura 13 - Organograma da Logística

A orçamentação é responsável por recolher toda a informação para que seja possível calcular os custos relativos à produção de cada produto, bem como elaborar orçamentos para o cliente.

Quanto à gestão de armazéns reúne todas as atividades relativas à receção de materiais, embalagem, expedição de peças, produtos acabados ou semiacabados e gestão dos diversos armazéns da empresa.

O planeamento divide-se em planeamento de produtos de LCW e planeamento de produtos de clientes terceiros. Ambos têm como objetivo planear a produção através das necessidades colocadas pelo cliente.

Relativamente às compras, dividem-se, de forma geral, em compras diretas e indiretas. As compras diretas tratam das compras de matéria-prima, componentes e semiacabados, ou seja, material que entra diretamente no processo produtivo; as indiretas referem-se a material subsidiário e não produtivo (NPM).

O foco deste projeto de dissertação será nestes dois últimos subdepartamentos da logística: planeamento e compras.

4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO PROCESSO

No presente capítulo realiza-se a descrição do processo atual. O primeiro passo foi a identificação do problema bem como as possíveis causas a ele associadas. Para além disto, foi elaborado o mapeamento dos processos e o reconhecimento de problemas nos seus fluxos.

4.1 Cumprimento de entregas

Este potencial problema foi identificado através do baixo valor do KPI *Liefertreue*, que diz respeito ao cumprimento de entregas à casa-mãe, ou seja, o nível de serviço ao cliente. Este KPI mede o rigor da entrega relativamente à primeira confirmação, quer ao nível da data da entrega, quer da quantidade. A primeira confirmação refere-se à primeira vez que o planeador define a data de entrega. Contudo, caso o cliente peça para alterar a data de entrega ou a quantidade de uma encomenda ou o planeador preveja a ocorrência de problemas e consequentes atrasos no seu cumprimento, pode reconfirmá-la para mais tarde.

Realizou-se assim uma reunião com todos os planeadores de produto de LCP. Estes são responsáveis por elaborar o plano diretor de produção de cada família de produtos (câmaras, objetivas, binóculos e miras). Estes revelaram preocupação com os baixos valores do desempenho e identificaram como maior problema a constante e repetida alteração da encomenda por parte do cliente, uma vez que este KPI não mede o rigor relativamente à última confirmação, mas sim relativamente à primeira. Ou seja, mesmo que o responsável pela alteração tenha sido o cliente, o fornecedor (LCP) é prejudicado.

Após ouvir as preocupações dos planeadores foi realizada uma análise de todas as encomendas identificadas como NOK do mês de março, abril e maio de 2019, ou seja, aquelas que não chegaram à casa-mãe na data e/ou na quantidade previstas. Desta forma, foi possível identificar a verdadeira causa do atraso e dos maus resultados do KPI.

Definiram-se 4 categorias de causas: LCP, transporte, LCW e outros. A categoria “LCP” inclui qualquer tipo de problema interno como atrasos na produção (incerteza associada ao próprio processo produtivo) e atrasos de fornecedores (incerteza associada ao fornecedor); o “transporte” é relativo a atrasos no transporte das encomendas; a classe “LCW” compreende qualquer tipo de problema relacionado com LCW como a alteração na

encomenda inicial (incerteza associada ao cliente) ou o atraso na produção devido a peças atrasadas cujo fornecedor é LCW, por exemplo; a categoria “outros” refere-se a todos os restantes problemas não previstos nas outras 3 categorias.

No mês de março, num total de 392 encomendas que deveriam ter sido entregues na casa mãe, 152 não chegaram na data prevista (39%), isto é, na data da 1ª confirmação, ou na quantidade pretendida (figura 14a). Relativamente à categoria de cada uma, verificou-se que 85 (56%) dizem respeito à categoria LCP, 34 (22%) a problemas de transporte, 20 (13%) a LCW e 13 (9%) a outro tipo de problemas, nomeadamente erros no sistema, como especificado nos gráficos da figura 14b.

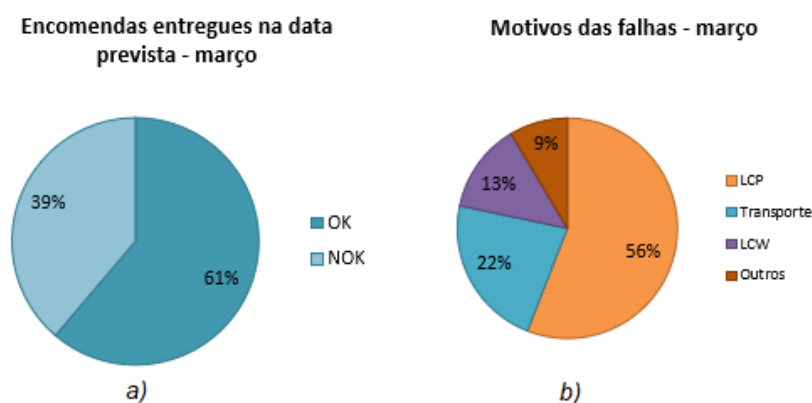


Figura 14 - a) Encomendas OK/NOK (março); b) Motivos das falhas (março)

Relativamente ao mês de abril, num total de 463 encomendas, 196 (42%) não foram entregues na data e/ou na quantidade inicialmente solicitadas – figura 15a. Como é possível retirar do gráfico presente na figura 15b, das encomendas que falharam a primeira confirmação, 89 (45%) enquadram-se na categoria LCP, 27 (14%) na LCW, 70 (36%) na categoria transporte e 10 (5%) outros motivos, nomeadamente a insolvência de um fornecedor.

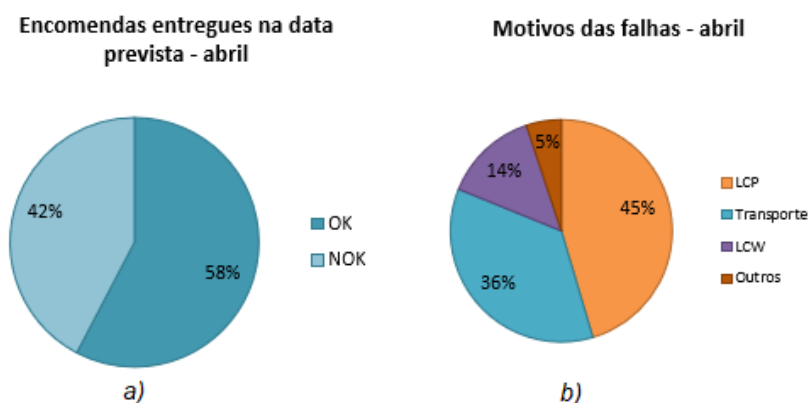


Figura 15 - a) Encomendas OK/NOK (abril); b) Motivos das falhas (abril)

Quanto ao mês de maio, conforme gráfico da figura 16a, classificaram-se 501 encomendas, das quais 125 (25%) não foram entregues no prazo e/ou na quantidade relativos à primeira confirmação. Destas 91 (73%) foram questões relacionadas com LCP, 17 (14%) com LCW, 14 (11%) com transporte e 3 (2%) com outros motivos – figura 16b.

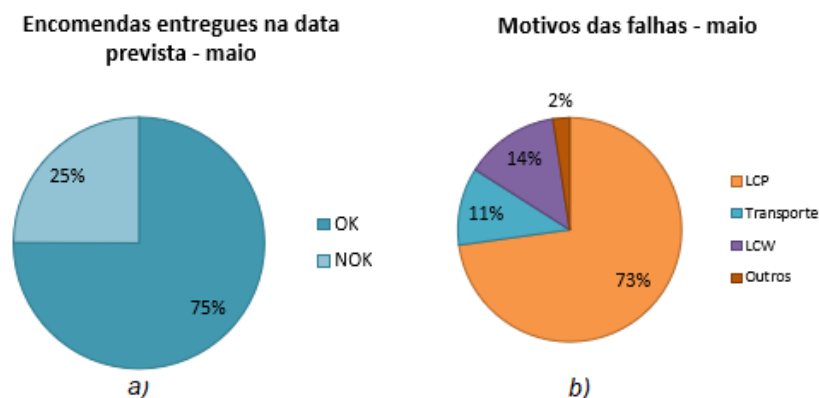


Figura 16 - a) Encomendas OK/NOK (maio); b) Motivos das falhas (maio)

Como se verifica pela análise do gráfico da figura 17, a origem da maior parte dos atrasos é falha de LCP, ao contrário do que o inicialmente previsto pelos planeadores.

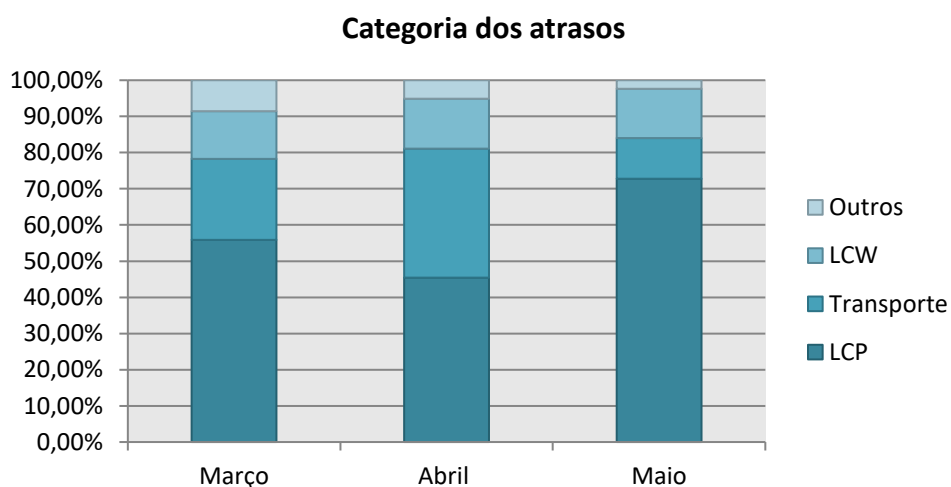


Figura 17 - Categoria dos atrasos por mês

Após análise não se considerou pertinente distinguir entre as encomendas entregues fora de prazo das encomendas com quantidade insuficiente, uma vez que ambas revelam uma falha interna. Para além disto, o programa de avaliação criado apresenta ainda problemas na distinção destes dois parâmetros.

Em suma, após estes resultados foi possível concluir que o nível de serviço ronda os 65%. Contudo, se forem ignorados fatores externos, como o transporte ou as alterações por parte do cliente, o nível de serviço continua relativamente baixo na ordem dos 80%. Ou seja, mesmo que fosse possível eliminar todos os outros fatores externos, o nível de serviço ao cliente não seria, ainda, satisfatório. Assim, tornou-se imperativo descobrir quais as causas destes problemas. Em conjunto com os planeadores elaborou-se um diagrama de *Ishikawa* para identificar as mesmas (figura 18).

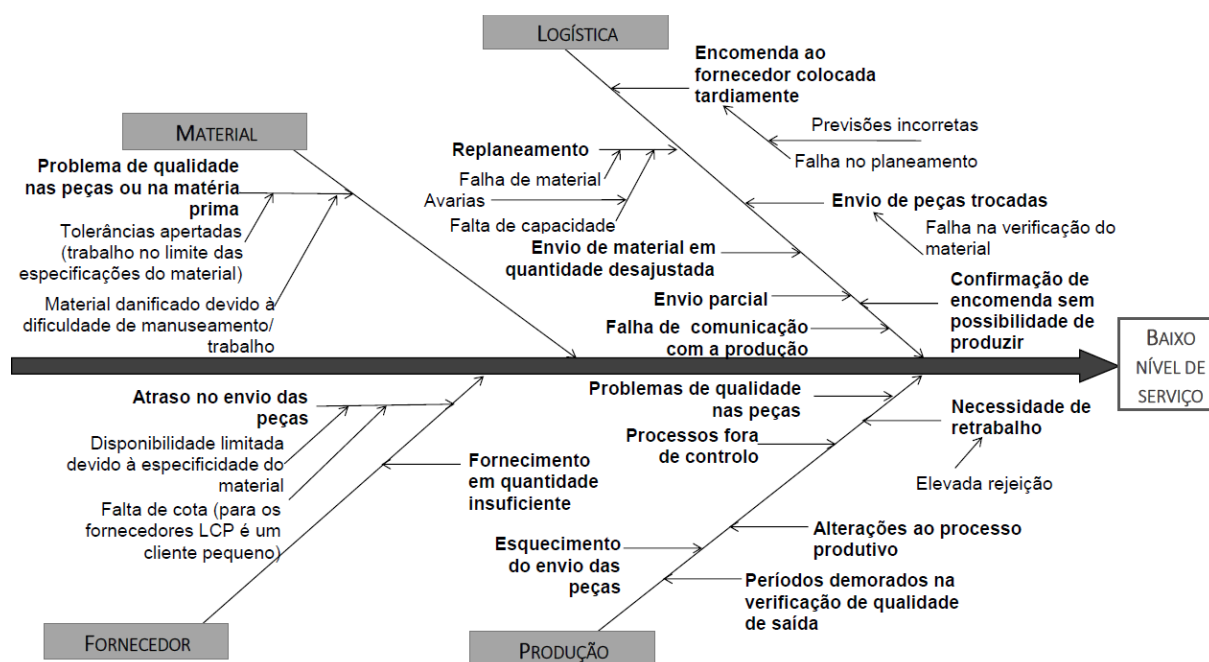


Figura 18 - Diagrama de Ishikawa (baixo nível de serviço)

Como é possível retirar do diagrama da figura 18 identificaram-se quatro grandes responsáveis: material, fornecedor, produção e logística.

Relativamente ao material identificou-se a principal causa: problema de qualidade no material.

Quanto ao fornecedor reconheceram-se como principais causas o atraso no envio das peças ou fornecimento em quantidade insuficiente.

No que concerne à produção, constatou-se como causas a qualidade das peças após produção, a necessidade de retrabalho, o descontrolo dos processos, alterações ao processo produtivo e, por vezes, o esquecimento do envio de peças. Verifica-se também a não exportação devido a períodos demorados na qualidade de saída.

No que respeita à logística, a secção de estudo desta dissertação e, por isso, a que apresenta um maior número de causas reconhecidas, identificaram-se 8 causas elementares. As previsões incorretas levam à falha do planeamento e, conseqüentemente à colocação de encomendas ao fornecedor de modo tardio. No ano fiscal de 2019, foram colocadas 653 encomendas urgentes (ou seja, num prazo mais curto que o *lead time*), das quais 200 (cerca de 31%) falharam, ou por atraso ou por quantidade insuficiente. A falta tanto de material como de capacidade leva à necessidade de replaneamento e eventual falha na encomenda. Verifica-se, por vezes, envio de material em quantidade desajustada à encomenda ou mesmo o envio de peças trocadas. Esta última deve-se à falha na verificação do material. O envio parcial da encomenda leva a que a mesma seja considerada como não OK, uma vez que a sua confirmação não traduzia este envio parcial. Também se reconhecem como causas a confirmação da encomenda apesar da impossibilidade de produzir e a grave falha de comunicação com a produção.

Assim, por decisão da gestão e por ser impossível estudar todas as causas, ficou decidido que apenas uma causa seria estudada: falha no planeamento. A esta estão associados outros problemas que, se puderem ser identificados e melhorados permitirão um aumento do nível de serviço ao cliente.

Como tal, seguidamente neste capítulo, são descritos e analisados os procedimentos atuais do processo de planeamento e também do processo de compras uma vez que estão intrinsecamente ligados, bem como os elementos direta ou indiretamente relacionados com os mesmos.

4.2 Mapeamento dos processos de planeamento e compras

LCP planeia e produz com base em previsões e encomendas originárias de previsões enviadas pela LCW. Contudo, existem também pedidos esporádicos e fora de previsões que dizem respeito a produtos que não são atualmente de produção contínua.

Assim, após análise de todos os *inputs*, *outputs*, procedimentos e métodos identificou-se um conjunto de processos: requisição, encomenda normal, encomenda esporádica, compras e planeamento.

Para um melhor entendimento destes decidiu realizar-se o mapeamento dos processos em BPMN através da ferramenta *Bizagi*, por se considerar a notação e o software mais adequados para o problema.

4.2.1 Processo “Encomenda normal”

Este processo, presente na figura 19 e detalhado no anexo VI, inicia-se aquando da colocação de encomendas em SAP por parte do planeador de LCW.

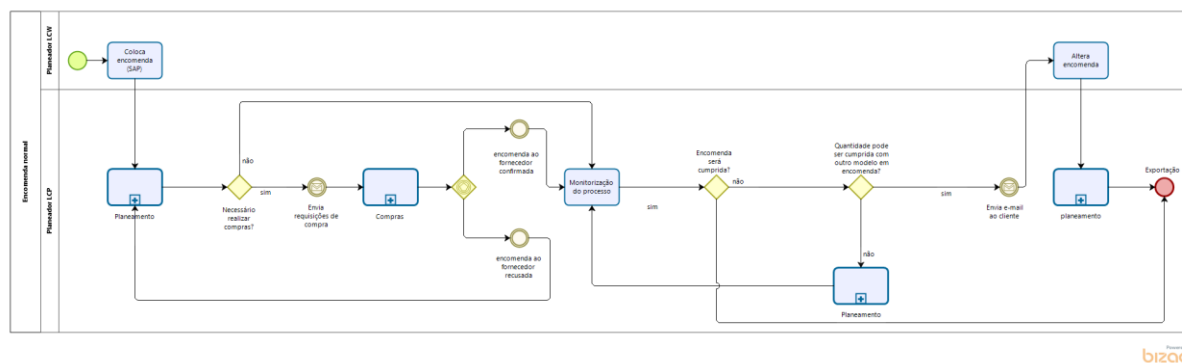


Figura 19 - Processo "Encomenda normal"

Após isto, o planeador de LCP executa o processo de planeamento propriamente dito (o mesmo será clarificado adiante neste capítulo).

Posteriormente, o mesmo interveniente efetua o envio das requisições de compra para os respetivos compradores. Estas são geradas pelo SAP mediante as necessidades de material. Se após o subprocesso compras (alvo de explicação mais à frente) se verificar que a encomenda foi recusada, é necessário voltar atrás no processo e realizar novo planeamento; se a encomenda ao fornecedor for confirmada, o processo avança e o planeador procede à monitorização e acompanhamento do processo.

Daqui retira-se se a encomenda será cumprida. Caso seja, o produto é depois exportado e o processo termina; se não for, é necessário encontrar soluções. Uma delas é trocar uma encomenda de um futuro próximo com a atual, permitindo manter a exportação da semana para que não se percam encomendas.

Exemplificando, se não for possível cumprir a encomenda de um produto da cor verde, mas for possível cumprir em vermelho, e existir uma encomenda desse produto numa semana próxima, é possível trocar estas duas encomendas. Contudo, esta permuta nem sempre é possível, o que implica um rearranjo produtivo. Em suma, se não for possível antecipar outra encomenda retorna-se ao elemento planeamento. Se porventura for possível antecipar

outra encomenda, atualiza-se o planeamento e procede-se à eventual alteração do modelo em produção.

Para que o cliente se mantenha informado, é-lhe enviado um *e-mail* com as alterações e solicita-se-lhe que antecipe a encomenda em sistema. Após a alteração em SAP por parte do cliente, a encomenda é reconfirmada e posteriormente exportada, finalizando assim o processo.

4.2.2 Processo “Requisição”

Para efeitos de planeamento não se realiza distinção entre requisições ou encomendas; contudo a encomenda prevê uma confirmação praticamente fixa de um pedido, e uma requisição pode ser apagada ou alterada a qualquer momento. Como tal, pede-se aos planeadores de LCW que procedam à conversão de requisições em encomendas pelo menos 3 meses antes do respetivo prazo de entrega. Apesar disso, esta solicitação nem sempre é cumprida, o que implica encomendas convertidas, alteradas ou eliminadas muito perto da sua data de entrega.

O processo de requisição, figura 20, inicia com a atualização da requisição em SAP.

Considerou-se que este elemento incluía a criação, a alteração ou a eliminação de uma requisição. Após isto, independentemente do tipo de atualização, os planos de produção em SAP são ajustados e posteriormente copiados para Excel, uma vez que, com qualquer um dos acontecimentos, as necessidades vão ser alteradas.

Caso o cliente tenha eliminado a requisição, o processo termina com a efetivação da supressão da mesma; caso contrário, se não for necessário realizar compras o processo termina.

Se necessário, são enviadas requisições de compra, o que dará origem ao subprocesso compras. Deste último extrai-se a confirmação ou a recusa da encomenda do fornecedor, resultado do envio das requisições de compra. Se o fornecedor recusar, é necessário fazer novo ajuste ao plano de produção e o ciclo repete-se até que o processo termine.

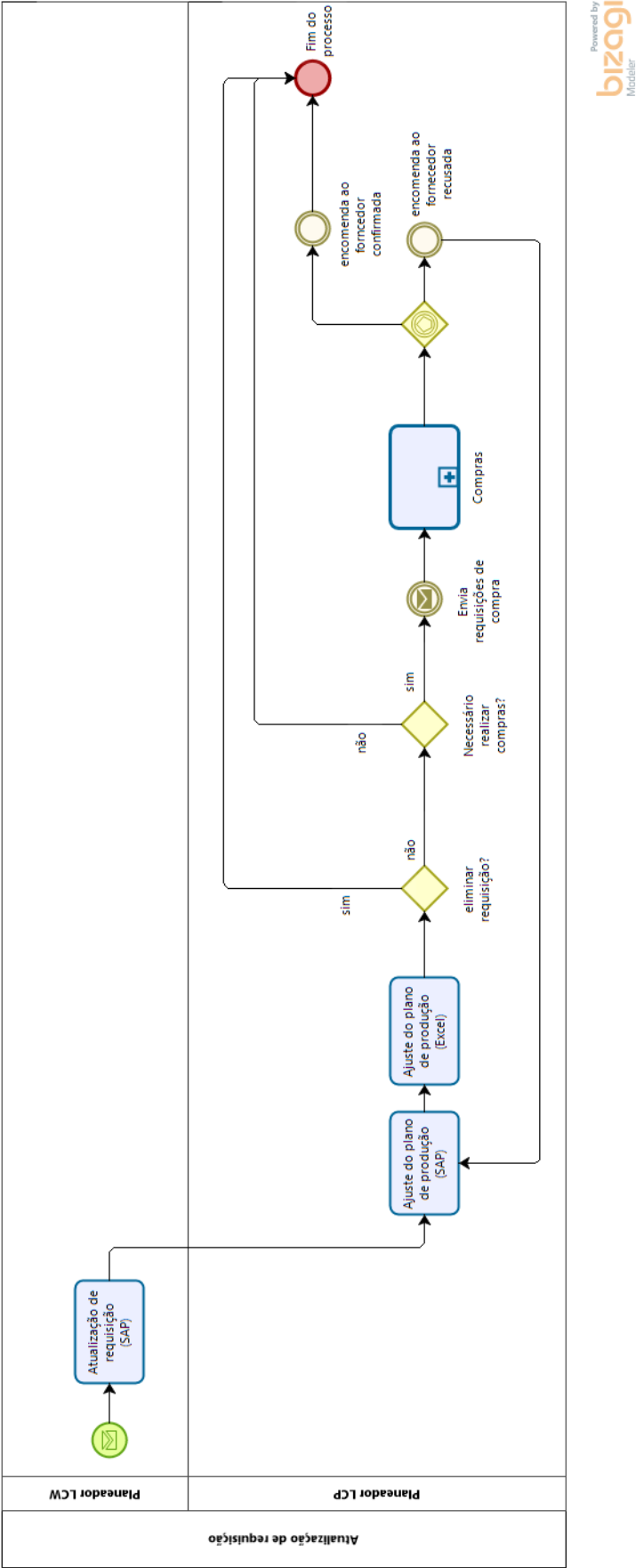


Figura 20 - Processo "Requisição"

4.2.3 Processo “Encomenda esporádica

O tipo de encomenda esporádico (representado na figura 21) difere de uma normal uma vez que não é uma peça de produção repetitiva e não recebe requisições. Assim, após uma encomenda desta categoria ser colocada pelo planeador de LCW, o planeador de LCP verifica se existe *stock* da mesma. Se sim, passa automaticamente para o primeiro elemento do planeamento. Se não, é necessário distinguir entre peça de produção interna e peça de compra.

No caso de ser de produção interna, o planeador comunica com a produção que verifica se é possível responder afirmativamente ao pedido. Se o pedido não for aceite, o processo acaba. Se for, o processo é transmitido para o primeiro nó do planeamento.

No caso de ser de compra, o planeador verifica se a quantidade pedida é desfasada do lote a encomendar ao fornecedor, já que esta variável pode influenciar o preço das peças e, consequentemente, o orçamento para o cliente. De notar que quando a peça é exclusivamente de compra, isto é, LCP funciona apenas como intermediário entre o fornecedor e LCW, o preço de compra é igual ao preço de venda, sem qualquer margem de lucro. Se de facto existir um desfasamento de quantidades o planeador LCP reencaminha o pedido para o comprador que, por sua vez, contacta o fornecedor.

Após a resposta do fornecedor com o orçamento, o planeador verifica se o mesmo é igual ou inferior ao anterior. Se for então o processo segue para o planeamento. Se for superior, o cliente é contactado a fim de se perceber se aceita ou não o novo orçamento.

Caso não aceite, a encomenda é cancelada e o processo termina; se aceitar o processo segue para o planeamento.

Após o planeamento, o planeador verifica se é necessário realizar compras. No caso de não ser, passa diretamente para o nó monitorização; se se verificar necessário, envia as requisições de compras e ocorre o subprocesso compras. Daqui irá extrair-se a aceitação ou não da encomenda por parte do fornecedor. Caso o fornecedor recuse a encomenda, o processo volta para o nó planeamento; caso confirme a encomenda o processo é monitorizado pelo planeador. Aqui, este verifica se o planeado será cumprido ou não. Se for, o processo termina com a exportação da encomenda. Se não, é necessário fazer novo planeamento e posterior monitorização do processo a fim de que se envie eventualmente o produto encomendado.

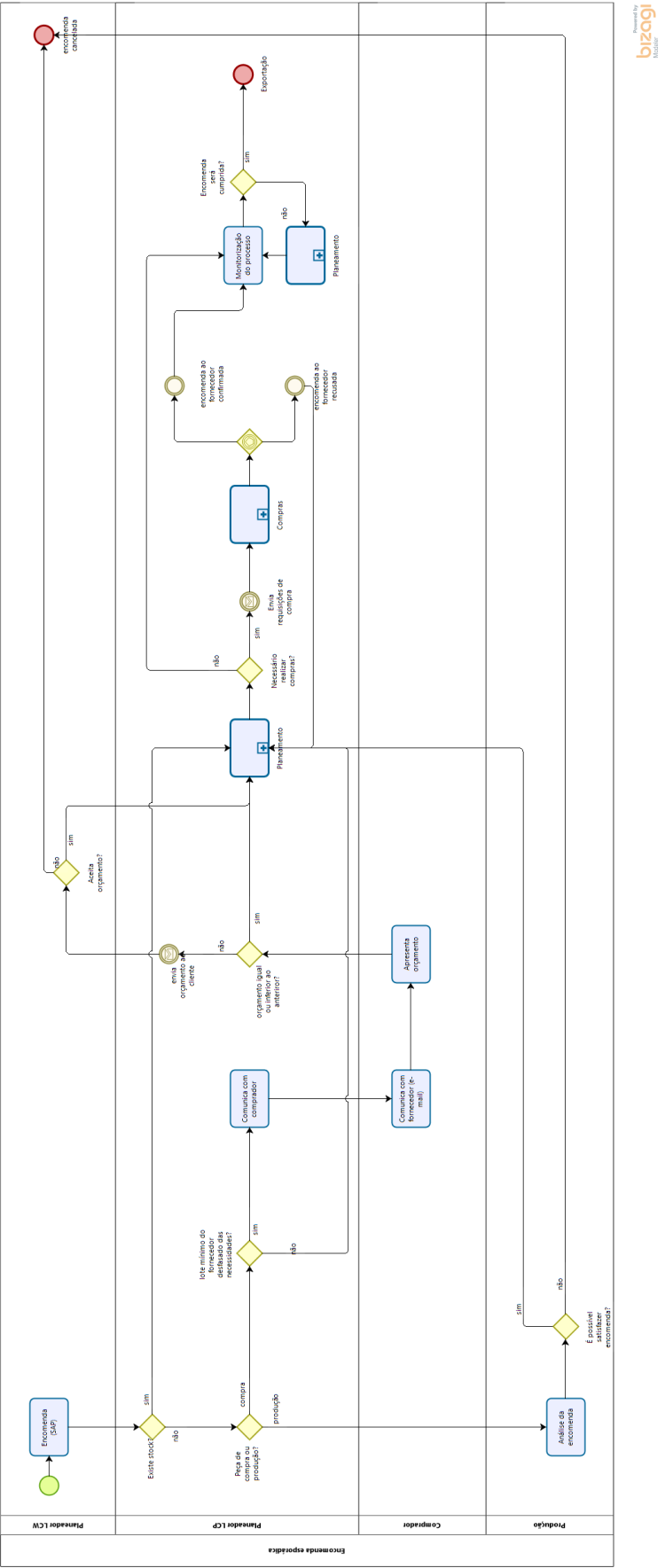


Figura 21 - Processo "Encomenda esporádica"

4.2.4 Subprocesso “Planeamento”

O primeiro passo deste subprocesso (figura 22) consiste em ajustar e preencher o plano diretor de produção em SAP. Tal compreende a verificação da capacidade produtiva do sistema e distribuição da produção, ajustando prazos e/ou quantidades, a fim de que se possa dar uma resposta eficaz às necessidades do cliente.

Após este, é necessário preencher o plano de produção em Excel. Este documento é meramente informativo e o seu objetivo é proporcionar à gestão uma visão geral e alargada do plano produtivo. É também necessário proceder às confirmações das encomendas entretanto convertidas pelo cliente, com base no plano de produção, quer em quantidade quer em prazo de entrega.

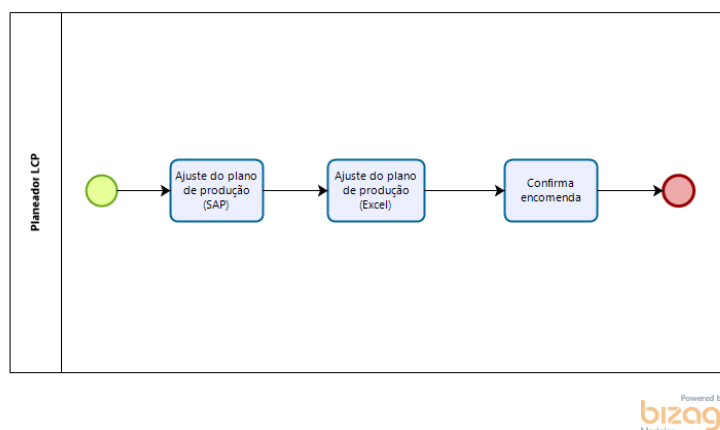


Figura 22 - Subprocesso "Planeamento"

4.2.5 Subprocesso “Compras”

O subprocesso “compras” é despoletado quando o comprador recebe uma requisição de compra por parte do planeador, como reproduzido no anexo VII. Após a sua receção, o comprador responsável pelo respetivo fornecedor, confirma todos os dados como o tamanho de lote ou o preço, por exemplo. Caso se verifique alguma falha, o processo volta para que o planeador acerte os seus dados. Quando todos os dados forem válidos, é colocada a encomenda ao fornecedor. Neste ponto, dependendo de vários fatores, como o tipo de material ou o valor da encomenda, a encomenda pode ser enviada diretamente ao fornecedor ou pode ter que seguir para o processo de liberação 1 ou 2. No caso de ter que se proceder à sua liberação, só após este processo estar concluído é que a mesma será enviada para o fornecedor.

Após o seu envio, existem duas possibilidades, o fornecedor responder no prazo de 5 dias ou não. Caso o fornecedor responda no prazo de 5 dias a encomenda é confirmada ou recusada, mediante a resposta do fornecedor. Se o fornecedor demorar mais do que cinco dias a confirmar, é contactado pelo comprador. Neste caso, assume-se que o mesmo dará uma resposta, quer positiva ou negativa. Quando o comprador recebe a confirmação coloca-a no sistema para que a informação fique disponível para o planeador.

4.2.6 Subprocesso “Liberação 1”

Este subprocesso, expresso na figura 23, inclui-se no subprocesso compras e acontece se os materiais encomendados não tiverem referências registadas em SAP.

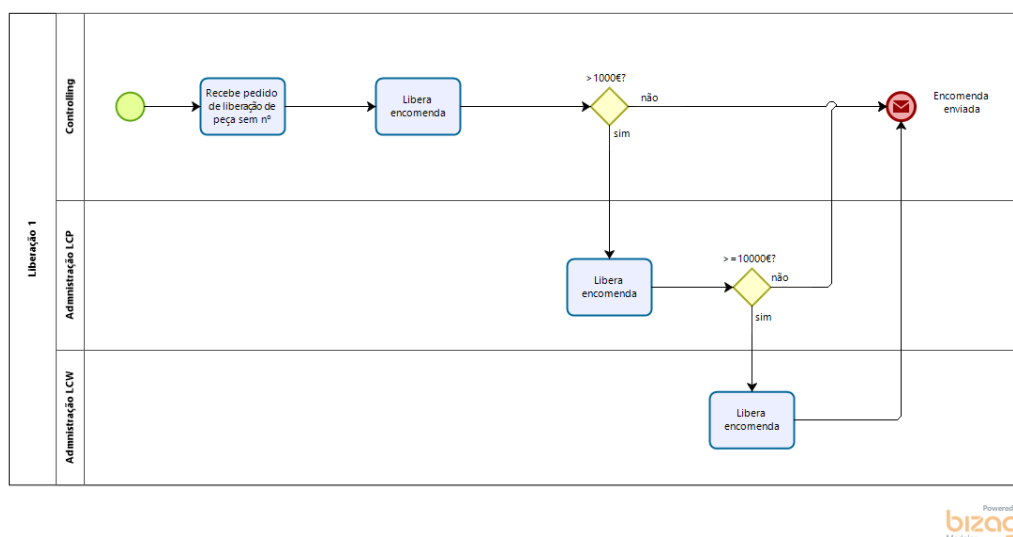


Figura 23 - Subprocesso "Liberação 1"

Assim, após a receção do pedido de liberação pelo *Controlling*, este efetua a primeira aprovação. Caso o valor total da encomenda seja inferior a 1 000€ a mesma é enviada para o fornecedor; caso contrário, é recebida e liberada pela administração LCP. Se o seu valor for inferior a 10 000€ é diretamente enviada para o fornecedor, se for superior ainda deve ser revalidada pela administração LCW e só depois enviada.

4.2.7 Subprocesso “Liberação 2”

Este subprocesso, representado na figura 24, assemelha-se ao anterior, contudo possui intervenientes e valores limite diferentes. Este acontece caso as peças encomendadas

possuam referências registadas em SAP e o valor total da encomenda seja igual ou superior a 3 000€.

O chefe da logística recebe o primeiro estágio deste processo e após a sua aprovação, caso o valor da encomenda seja inferior a 10 000€, reencaminha-o para o *Controlling* onde será efetuada a liberação final e o seu envio; se for superior ou igual a 10 000€ é reencaminhado para a administração LCP. Neste ponto, depois de efetuada a validação por parte deste interveniente, se a encomenda for inferior a 30 000€ é enviada de imediato para o fornecedor; se for superior ou igual, é necessário que a administração LCW proceda também à sua aprovação. Só após esta última atividade a encomenda será enviada.

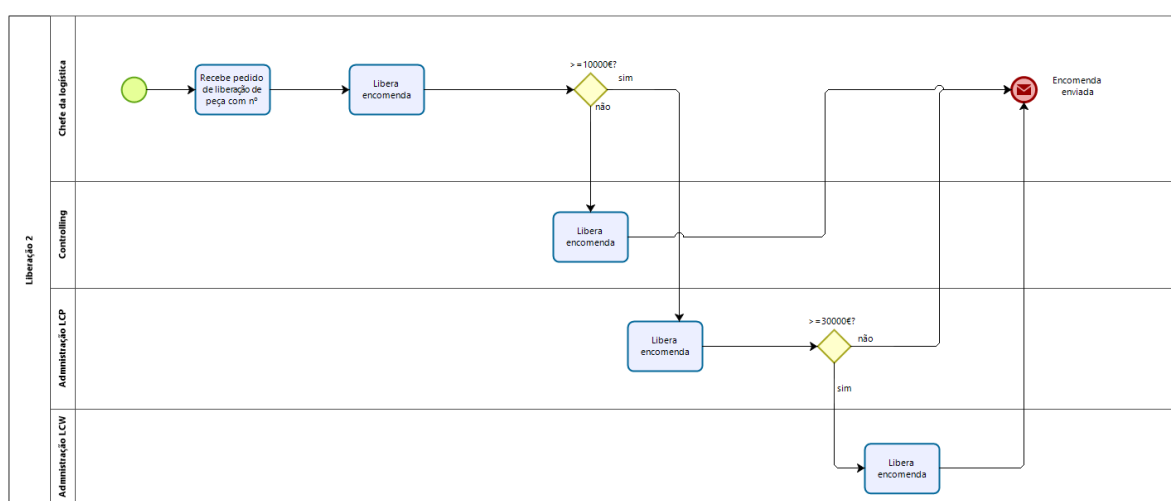


Figura 24 - Subprocesso "Liberação 2"

4.3 Análise crítica e identificação de problemas

Posteriormente ao mapeamento dos processos relacionados com o planeamento e compras, analisou-se o mesmo e efetuou-se o levantamento de eventuais problemas e recolha de dados que permitiram aprofundar a situação atual deste processo a fim de perceber potenciais oportunidades de melhoria.

4.3.1 Duplicação de informação

Um dos problemas assinalados foi a duplicação de informação manualmente. Os planeadores portugueses, sempre que realizam uma alteração no plano de produção em SAP têm que copiar a mesma informação para o plano de produção em Excel. Como referido anteriormente este documento é unicamente informativo para a administração. Representa

o formato encontrado pela empresa para o fácil acesso da gestão a toda a informação relacionada com encomendas e produção. Contudo, na prática, este método é pouco prático para os planeadores, estando ainda sujeito a erros de digitação.

Estimou-se que a realização desta tarefa demora, em média, 30 minutos por semana. Tendo em conta que existem quatro planeadores associados a produtos LCP, tal representa 120 minutos por semana (2 horas). Utilizando a tarifa *standard* estabelecida por LCP, 0,33€/minuto e o número de semanas considerado de 48, revela um custo anual de 1 900,80€.

4.3.2 Normalização do trabalho

Outra das questões identificadas no período de análise prendia-se com a falta de clareza na atribuição de tarefas, nomeadamente entre as funções comprador e planeador ao nível da responsabilidade de definição e atualização de *stocks* de segurança. Este problema poderá levar à falta de material, uma vez que estes poderiam não estar definidos ou estar mal definidos. Para além desta, outras tarefas poderão não ser realizadas por falta de clareza relativamente à sua responsabilidade, contudo não foi possível quantificá-las.

4.3.3 *Stocks* de segurança, QEE e pontos de reabastecimento

Em sistema, o tipo de material está associado a um código de grupo MRP, dependente da estratégia de planeamento e do tipo de consumo. Os códigos relacionados com cada grupo MRP são apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Códigos e respetivos grupos MRP

Cód.	Grupo MRP
0001	Produtos Mecânica
0002	Produtos Ótica
0003	Produtos Montagem
0004	Produtos Montagem C/MP
0005	Produtos SGG/Objetivas
0006	Produtos Subcontratação
0007	Produtos Mecânica SGG/Objetivas
0008	Produtos Mecânica Binóculos
0009	Materiais da ferramentaria
0010	MM - Materiais Comprados
0011	Compras com MP Vendida
0012	Produtos Serviço Técnico

Assim, inicialmente retirou-se uma listagem de todos os materiais em *stock* no mês de abril de 2019, em todos os armazéns sob alçada do departamento logístico. Considerou-se o mês de abril uma vez que corresponde ao início do ano fiscal e ao mês seguinte à revisão de inventário, logo, o mês cujos valores se aproximarão mais da realidade. Neste mês, a logística tinha associadas aos seus armazéns 29 681 referências.

Organizando os materiais por grupo MRP, atestou-se que 56,47% dos materiais armazenados correspondem a materiais de compra (0010 - MM – Materiais Comprados e 0011 - Compras com MP Venda), como expresso no gráfico da figura 25.

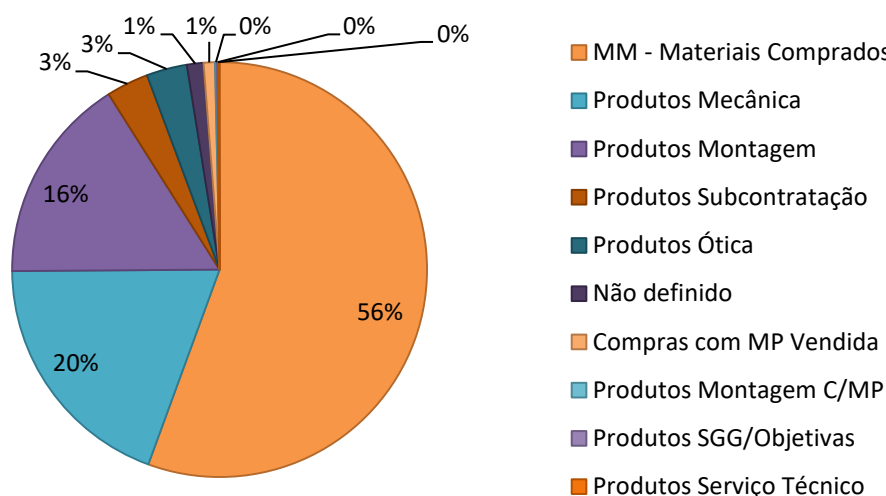


Figura 25 - Referências associadas aos armazéns da logística

Optou-se por estudar o SS do material de compra uma vez que são os materiais sobre os quais o departamento tem autorização de gestão. Assim, verificou-se que o material de compra representa cerca de 9 759 140,38€ em *stock*, dos quais 972 957,04€ estão alocados a SS, cerca de 10%, conforme representado na figura 26.

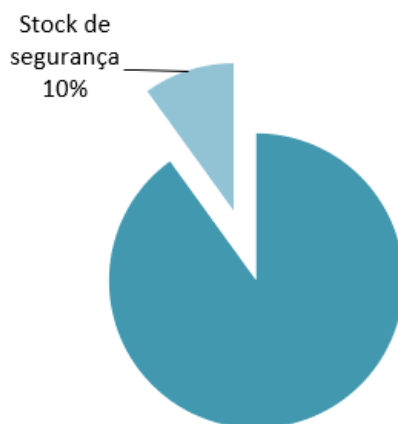


Figura 26 - Valor em stock de material de compra

Considera-se que existe consumo quando o material é utilizado pelas secções produtivas ou vendido diretamente ao cliente LCW.

A produção da LCP é essencialmente *make to order*, o que faz com que em encomendas espontâneas e sem previsões, o tempo de resposta possa ser mais demorado, em caso de ocupação elevada. Por outro lado, caso se invista em *make to stock* podemos assistir a um aumento da quantidade em inventário, no caso do número de *SKU's* ser grande. Segundo Adan & van der Wal (1998), devemos criar um *stock* de segurança dos artigos vendidos ou utilizados constantemente.

Assim, optou-se por proceder à análise do SS destes materiais, uma vez que, durante o diagnóstico de todo o processo, se verificou que os mesmos, relativamente a material de compra, eram arbitrários e ficavam ao critério de cada comprador ou planeador.

A fim de normalizar o trabalho e atualizar os SS realizou-se uma análise ABC, segundo os materiais mais consumidos e com um maior peso a nível monetário.

Classificaram-se os materiais consoante o seu consumo multiplicado pelo seu custo unitário, já que se categorizam como materiais de compra.

Verificou-se que existiam consumos nas semanas de férias. Estes deviam-se ao consumo por parte do serviço técnico, um departamento cujo consumo não será considerado uma vez que representa valores irrelevantes para o cálculo.

Seguidamente ordenaram-se os artigos por ordem decrescente do seu consumo multiplicado pelo seu valor unitário. Após a eliminação de todos os artigos sem consumo no último ano, obteve-se um total de 6984 artigos.

No passo seguinte acumularam-se os valores de consumo em euros e respetivas percentagens. Por fim, procedeu-se à divisão nas 3 classes: A, B e C, sendo que a classe A corresponde aos artigos com maior valor em € e C ao menor. A divisão do número de artigos e do consumo por classe está pormenorizada na tabela 8.

Tabela 8 - Nº de artigos e consumo (ABC) - PD

Classe	Nº artigos	Consumo €	SS em €	% Artigos	% Cons.	% SS
A	577	13 189 355,40€	538 930,51€	8,26%	79,52%	55,56%
B	1190	2 485 333,97€	223 824,03€	17,04%	14,98%	23,07%
C	5217	911 589,12€	207 320,52€	74,70%	5,50%	21,37%
Total	6984	16 586 278,49€	970 075,06€	100%	100%	100%

Após esta análise verificou-se que apenas este critério não seria suficiente, uma vez que pode existir um artigo com um elevado consumo em € mas cuja procura seja pontual. Por exemplo, um artigo que seja consumido apenas durante duas semanas num semestre, não é justificável mantê-lo em *stock* durante todas as outras semanas do ano.

Deste modo, complementou-se este diagnóstico com uma análise XYZ, cujos critérios são relativos aos padrões de consumo, ou seja, ao número de semanas em que o mesmo ocorre. Ordenaram-se então os artigos de forma decrescente pelo número de semanas de utilização do último semestre. Definiu-se que a uma peça corresponderia a classificação Z se o consumo ocorresse durante menos de 7 semanas, Y entre 7 e 20 semanas e X acima deste valor, conforme tabela 9.

Tabela 9 - Nº de artigos e consumo (XYZ) - PD

Classe	Nº artigos	Consumo em €	SS em €	% Artigos	% Cons.	% SS
X	1097	5 851 457,25€	327 661,44€	15,71%	35,28%	33,78%
Y	2059	6 800 112,91€	317 460,09€	29,48%	41,00%	32,72%
Z	3828	3 934 708,32€	324 953,53€	54,81%	23,72%	33,50%
Total	6984	16 586 278,49€	970 075,06€	100%	100%	100%

Após a junção de ambas as análises (ABC e XYZ) o número de artigos e o consumo correspondente a cada classe ficou consoante a tabela 10.

Tabela 10 - Nº de artigos e consumo (ABC-XYZ) - PD

Classe	Nº artigos	Consumo €	SS em €	% Artigos	% Cons.	% SS
AX	159	5 042 467,60€	240 942,17€	2,28%	30,40%	24,84%
BX	306	625 566,34€	58 268,74€	4,38%	3,77%	6,01%
CX	632	183 423,31€	28 450,53€	9,05%	1,11%	2,93%
AY	248	5 579 588,05€	184 226,27€	3,55%	33,64%	18,99%
BY	420	903 440,97€	84 766,56€	6,01%	5,45%	8,74%
CY	1391	317 083,89€	48 467,26€	19,92%	1,91%	5,00%
AZ	170	2 567 299,75€	113 762,07€	2,43%	15,48%	11,73%
BZ	464	956 326,65€	80 788,73€	6,64%	5,77%	8,33%
CZ	3194	411 081,92€	130 402,73€	45,73%	2,48%	13,44%
Total	6984	16 586 278,49€	970 075,06€	100%	100%	100%

Assim, verifica-se, conforme a tabela 10, que existem materiais, que, apesar de não serem utilizados frequentemente e de terem um baixo valor monetário (classe CZ), ainda representam 13,44% do valor alocado a *stock* de segurança, apenas menos 10% do que o alocado à classe mais importante, AX.

À semelhança dos SS e do R também as quantidades de encomenda não são alvo de grande estudo, sendo muitas vezes definidas pelo comprador sem um procedimento claro. Ou seja, por vezes o fornecedor impõe tamanhos mínimos de lote ou dá cotações para determinadas quantidades e o comprador, com base no seu conhecimento empírico, decide qual a quantidade de encomenda mais adequada.

4.3.4 Liberação de encomendas

Após análise do mapeamento do processo de compras foi possível verificar a existência de fluxos entre vários intervenientes a fim de liberar encomendas. Este processo é meramente informativo e de controlo, uma vez que não há histórico de encomendas não liberadas.

Os roteiros de liberações dependem então do seu valor e se o material tem referência em SAP ou não. Apresenta-se na tabela 11 o esquema de liberações para encomendas sem número de peça (CP, A1 e A2) e para encomendas com número de peça (LP, L1 e L3).

Tabela 11 - Esquema de liberações para encomendas com e sem número de peça

Cód. SAP	Valor da encomenda	Liberações necessárias
CP	≤1000€	<i>Controlling (user JANTUNES)</i>
A1	>1000€ e <10 000€	<i>Controlling + Administração LCP (user GESTAO)</i>
A2	≥ 10000€	<i>Controlling + Administração LCP + Administração LCW (user PETERSR).</i>
LP	≥3 000€ e <10 000€	<i>Diretor da logística (user VCOSTA) + Controlling</i>
L1	≥10 000€ e <30 000€	<i>Diretor da logística + Administração LCP</i>
L3	≥ 30 000€	<i>Diretor da logística + Administração LCP + Administração LCW</i>

Ou seja, para encomendas sem número de peça, é obrigatória a liberação. O número de intervenientes varia entre 1 e 3, dependendo do valor da encomenda. Já para encomendas com número de peça, acima de 3 000€ será necessário passar por várias liberações. Os participantes no processo dependem, também neste caso, do valor final da encomenda.

Após análise concluiu-se que o tempo entre a colocação da encomenda e o envio da mesma para o fornecedor depende inegavelmente dos intervenientes e do seu número. Como tal, apresentam-se os valores médios do tempo entre a colocação e o envio, bem como o número de encomendas que sofreram cada tipo de liberação no ano fiscal de 2019. Estes

valores são aproximações, uma vez que o tempo despendido em cada liberação é variável. Considera-se que 1 semana corresponde a 5 dias úteis e 1 dia a 8 horas de trabalho.

Assumiu-se que o custo de tempo perdido é igual à tarifa *standard* estabelecida por LCP, 0,33€/minuto.

Como é possível perceber pelos valores da tabela 12, quantos mais intervenientes o processo tiver, mais tempo demorará o processo inevitavelmente, uma vez que um elemento só tem conhecimento da necessidade de liberação de uma encomenda quando o imediatamente abaixo a liberar, e, consequentemente mais caro ficará. Ainda, quando o processo passa pela administração LCW o seu tempo aumenta exponencialmente.

Tabela 12 - Nº de encomendas, tempos e custos por tipo de liberação

Tipo de liberação	Tempo médio	Nº enc. FY19	Tempo total	Custo total
Sem liberação	0 horas	10429	0 horas	0€
CP	4 horas	1644	6 576 horas	130 204,80€
A1	8 horas	410	3 280 horas	64 944,00€
A2	40 horas	22	880 horas	17 424,00€
LP	8 horas	1684	13 472 horas	266 745,60€
L1	8 horas	252	2 016 horas	39 916,80€
L3	40 horas	81	3 240 horas	64 152,00€
Total		14 522 enc.	29 464 horas	583 387,20€

Para exemplificar, retiraram-se três encomendas realizadas no ano fiscal de 2019 com número de peça. Uma com o valor de 5 100,00€ (LP) com data de 16/07/2018, outra de 10 982,00€ (L1) efetuada a 09/05/2018 e uma última no valor de 102 393,00€ (L3), colocada a 27/07/2018. Os seus registos de liberações são apresentados nas figuras 27, 28 e 29, respetivamente.

Na encomenda de liberação LP, figura 27, verifica-se que o diretor da logística libera a encomenda no próprio dia (identificado a **azul** na figura) enquanto o *Controlling* libera apenas no dia seguinte (a **laranja** na figura). Tal significa que a encomenda só é enviada para o fornecedor no dia seguinte à sua colocação.



Modificações Pedido 7200185435

















Itm	Objeto	Descrição breve	Ação	Valor novo	Valor antigo	Nome	Data	Hora	Nº doc.	CódT
Cabeçalho	Código de liberação documento ...	modif.	6	0	VCOSTA	16.07.2018	19:09:54	396909...	ME28	
		modif.	4	6	JANTUNES	17.07.2018	09:58:49	397294...	ME28	
	Estado de liberação	modif.	X		VCOSTA	16.07.2018	19:09:54	396909...	ME28	
		modif.	XX	X	JANTUNES	17.07.2018	09:58:49	397294...	ME28	
	Estado do processamento do d...	modif.	05	03	JANTUNES			397294...	ME28	
	Valor total durante a liberação	modif.	5.100,00 EUR	0,00 EUR	VCOSTA	16.07.2018	19:09:54	396909...	ME28	

Figura 27 – Exemplo de encomenda (LP)

Na encomenda da figura 28, correspondente ao plano de liberações L1, ocorre o mesmo da encomenda da figura 27, no entanto os intervenientes são o diretor da logística (a azul) e a administração LCP (assinalado a verde). Ou seja, a encomenda só é totalmente liberada no dia seguinte ao seu pedido.

Modificações Pedido 7200182477

</


Figura 28 – Exemplo de encomenda (L1)

Na encomenda representada na figura 29 é possível confirmar que tanto o diretor da logística como a administração LCP liberam a encomenda no mesmo dia da sua colocação (marcados a azul e a verde na figura). Já a administração LCW apenas 5 dias após a anterior liberação (identificada a rosa). Assim passam 5 dias desde a colocação da encomenda até ao seu envio.


Modificações Pedido 7200186653















Itm	Objeto	Descrição breve	Ação	Valor novo	Valor antigo	Nome	Data	Hora	Nº doc.	CódT
	Cabeçalho	Código de liberação documento ...	modif.	6	0	GESTAO	27.07.2018	17:24:26	398803...	ME28
			modif.	2	6	PETERSR	03.08.2018	08:10:03	399591...	ME28
		Estado de liberação	modif.	X		VCOSTA	27.07.2018	17:17:40	398801...	ME28
			modif.	XX	X	GESTAO	27.07.2018	17:24:26	398803...	ME28
			modif.	XXX	XX	PETERSR	03.08.2018	08:10:03	399591...	ME28
		Estado do processamento do d...	modif.	05	03	PETERSR			399591...	ME28
		Valor total durante a liberação	modif.	102.393,00 ...	0,00 EUR	VCOSTA	27.07.2018	17:17:40	398801...	ME28

Figura 29 – Exemplo de encomenda (L3)

Para além desta prorrogação, coloca-se um outro problema. Como evidenciado pelo mapeamento do processo, em termos de sistema de avaliação de fornecedor, o KPI está

neste momento ajustado a que o fornecedor deva confirmar a encomenda nos 5 dias após a sua colocação, ou será penalizado. Contudo, a colocação da encomenda não significa que a mesma tenha sido enviada. Isto é, o fornecedor pode já estar a ser prejudicado em termos de desempenho e ainda não ter sequer recebido a encomenda. Ilustram-se de seguida o esquema visual de liberações LP/L1 e L3 e respetivos envios para o fornecedor, na figura 30.

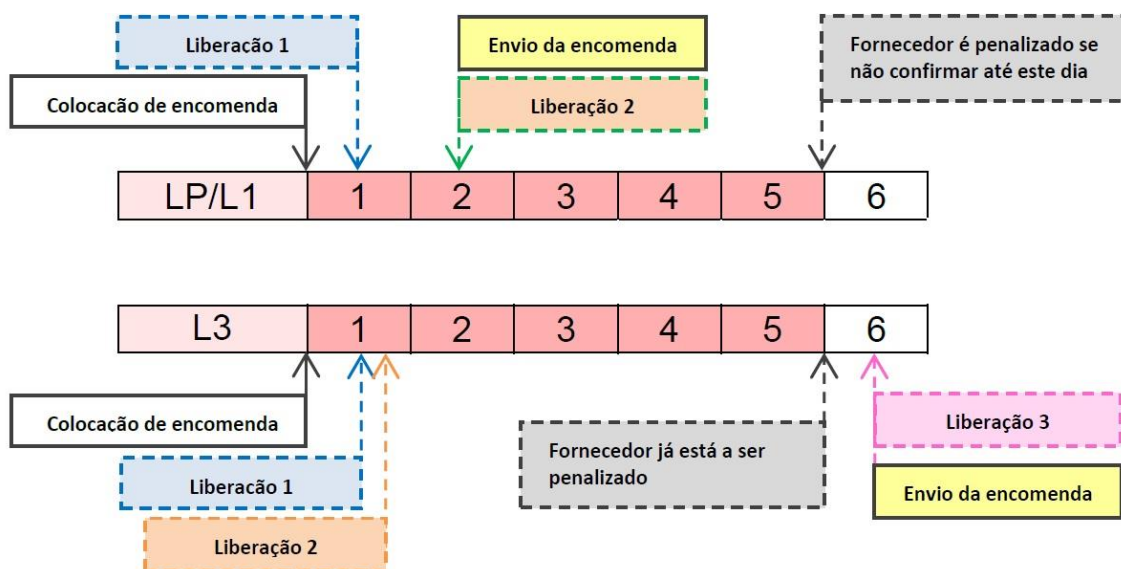


Figura 30 – Exemplo de encomendas com esquema de liberações e envio para fornecedor

Como é possível verificar pela figura 30, no primeiro caso, o fornecedor ao invés dos 5 dias supostos, dispõe de apenas 3 dias para confirmar a encomenda. No segundo caso, o fornecedor é penalizado sem ter, no entanto, recebido a encomenda.

5. DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Concluída a fase de diagnóstico e através do mapeamento dos processos foi identificado um conjunto de oportunidades de melhoria relativas aos problemas apresentados no capítulo precedente. Para estas, relatadas neste capítulo, salienta-se o facto de não terem sido, ainda, implementadas, mas sugere-se a sua execução futura.

5.1 Duplicação de informação

Conforme a análise anterior, considera-se que a duplicação de informação não acrescenta valor e pode até induzir em erros. Como tal, sugere-se a eliminação desta tarefa. Contudo, a gestão necessita de acompanhar a produção. Assim, sugere-se o preenchimento automático deste ficheiro com base nos dados em SAP, a fim de evitar erros e desperdícios de tempo. Numa primeira fase, para alimentar este documento, será necessário importar manualmente os dados do sistema. Contudo, o objetivo final é o de, com a ajuda do departamento de informática, o mesmo faça a importação dos dados automaticamente. Assim, o mapeamento proposto do processo “requisição” pode ser consultado na figura 31.

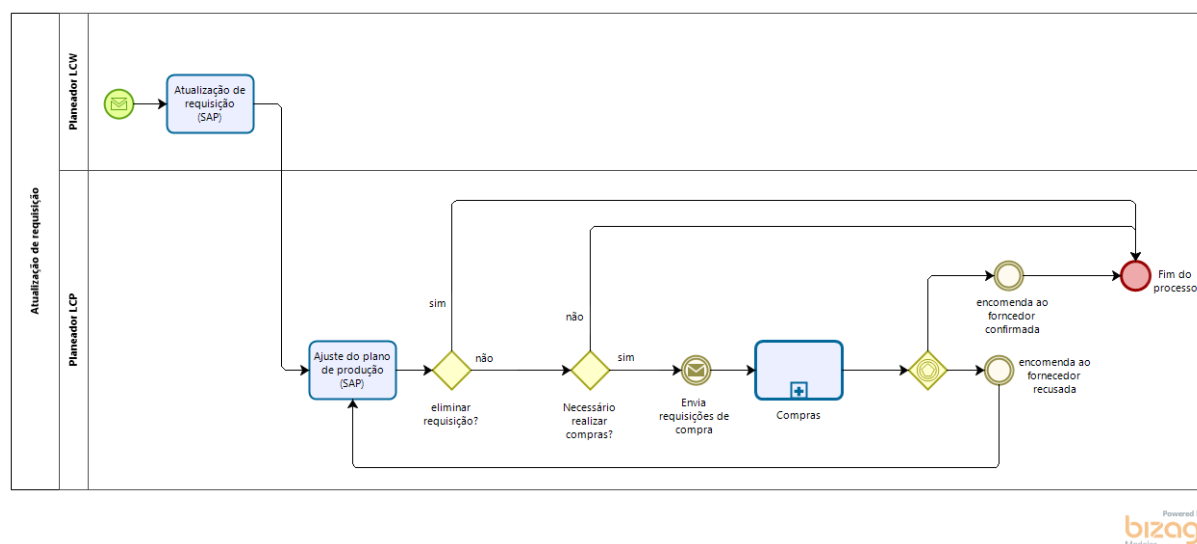


Figura 31 - Processo “Requisição” (proposta)

Neste, verificamos a eliminação da tarefa “Ajuste do plano de produção (Excel)” uma vez que esta deixou de ser realizada pelo planeador, passando a ser uma tarefa automática. Assim, após o ajuste do plano de produção em SAP, o planeador pode prosseguir com as

demais tarefas, nomeadamente a eliminação da requisição ou o envio das requisições de compras.

Relativamente ao subprocesso planeamento, como é possível observar na figura 32, contará apenas com duas tarefas, uma vez que a tarefa “Ajuste do plano de produção (Excel)” foi eliminada. Como tal, após o ajuste do plano de produção em SAP o planeador apenas necessita de confirmar a encomenda.

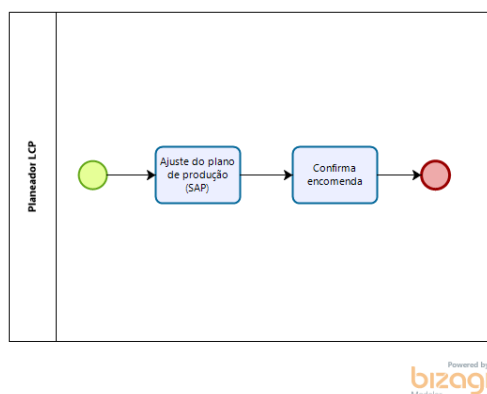


Figura 32 - Subprocesso “Planeamento” (proposta)

5.2 Normalização do trabalho

Para contrariar a falta de clareza relativamente às tarefas de cada trabalhador foram criadas as descrições de funções de quatro dos postos de trabalho considerados mais pertinentes: comprador operativo, planeador do produto, comprador NPM e responsável da cadeia de abastecimento, bem como os respetivos perfis de competências. É de ressaltar que o modelo utilizado para ambos os documentos é o modelo padrão da organização. A título de exemplo apresenta-se na figura 33 a descrição de funções do planeador do produto e na figura 34 o perfil de competências do mesmo posto de trabalho. Os restantes documentos encontram-se reproduzidos no anexo VIII. Para além destes, foi também elaborada uma matriz de competências, adequada ao processo de planeamento e compras, também esta baseada no modelo da empresa. O seu objetivo é, sobretudo, identificar lacunas e impulsionar a formação para a eliminação das mesmas. Contudo, no final deste projeto, esta matriz não se encontrava, ainda, preenchida uma vez que a direção do departamento considerou que o seu preenchimento não deveria ser realizado pela autora desta dissertação, mas pela própria direção. No anexo IX encontra-se, portanto, a matriz com os pontos a serem avaliados para cada colaborador.


	Descritivo Funcional		
Função	Planeador do Produto		
Departamento	Logística	Reporta a	Chefe de Secção Logística
Missão			
<i>Elaborar o plano mestre de produção, tendo por base as encomendas e as previsões do cliente, as capacidades produtivas e os stocks existentes.</i>			
<i>Definir, implementar e monitorizar estratégias, metodologias e ferramentas que garantam o cumprimento do Plano de Produção e do desempenho da produção, de modo a que seja alcançado o equilíbrio ótimo entre custos e disponibilidade de produtos.</i>			
Atividades/Responsabilidades			
Assegurar a elaboração dos planos mestres de produção, acompanhando o decorrer dos mesmos (desde Planeamento ao Controlo da Produção), de acordo com as encomendas e previsões do cliente, o <i>takt</i> (taxa de produção) e a capacidade e disponibilidade produtivas; Aceitar/ negociar encomendas com o cliente tanto a nível de quantidades como de prazos de entrega;			
Validar e rever o Plano com a área de Produção (incluindo a coordenação das reuniões das equipas do produto); gerir e acompanhar os planos de produção, dando feedback ao cliente acerca dos prazos de entrega;			
Manter o cliente, bem como as áreas produtivas, atualizados acerca de eventuais desvios do plano;			
Verificar as necessidades geradas pelo MRP e colocar as encomendas de acordo com as mesmas;			
Gerir conflitos de prioridades dos diferentes produtos garantindo o <i>On Time Delivery</i> (OTD) acordado;			
Criar e atualizar referências dos produtos vendidos;			
Analisar e dar seguimento a comunicações de alteração;			
Dar seguimento a pedidos de cotação de potenciais e atuais clientes;			
Reportar eventuais atrasos e os seus motivos;			
Acompanhar as devoluções dos clientes: coordenar e informar o cliente sobre a reposição do material devolvido;			
Articular e fornecer apoio logístico/técnico aos sectores da produção e da qualidade;			
Otimizar os processos no âmbito da função e do departamento;			
Elaborar e reportar informação específica da sua área de atividade;			
Realizar todas as tarefas administrativas inerentes à função.			

Figura 33 - Descrição de funções do Planeador do Produto

	Perfil de Competências
---	-------------------------------

Função	Planeador do Produto
---------------	-----------------------------

Departamento	Logística	Reporta a	Chefe de Secção Logística
---------------------	------------------	------------------	----------------------------------

Competências Técnicas	Importância
Metodologias de planeamento e controlo da produção	5
Gestão de encomendas	5
Gestão de clientes	5
Gestão de <i>stocks</i>	5
Gestão entre equipas e secções	4
Capacidade de análise crítica de previsões	4
SAP – PP/MRP	5
Office (especialmente Excel)	4
Inglês	5
Alemão	3

Competências Comportamentais	Importância
Decidir e Iniciar a Ação	5
Liderar e Supervisionar	4
Trabalhar com Pessoas	5
Aderir a Princípios e Valores	4
Relacionar-se e Trabalhar em Rede	4
Persuadir e Influenciar	4
Apresentar e Comunicar Informação	4
Escrever e Redigir Relatórios	4
Aplicar Conhecimentos Especializados e Utilizar a Tecnologia	5
Analisar	5
Aprender e Investigar	4
Criar e Inovar	4
Formular Estratégias e Conceitos	4
Planejar e Organizar	5
Apresentar Resultados e Corresponder às Expectativas dos Clientes	5
Cumprir com Instruções e Procedimentos	5
Adaptar-se e Responder à Mudança	5
Lidar com a Pressão e Contrariedades	5
Alcançar Objetivos Profissionais	4
Ser Empreendedor(a) e Ter Orientação Comercial	4

Competências de Gestão	Importância
Conhecimentos Financeiros e de Gestão Orçamental	4
Conhecimento e Ação para a Área de Negócio	4
Visão Global da Empresa	5
Relacionamento Externo e Representação Institucional	5

Legenda:

1 Nada Importante | 2 Pouco Importante | 3 Importante | 4 Muito Importante | 5 Imprescindível

Figura 34 - Perfil de competências do Planeador de Produto

5.3 Stocks de segurança, QEE e pontos de reabastecimento

Após a análise entendeu-se que apenas seriam definidos *stocks* de segurança para os materiais que tivessem sido consumidos nos últimos seis meses, os mesmos que tinham sido analisados. Todos os outros materiais não teriam SS. Assim, idealmente a empresa deve efetuar revisões ao SS a cada 3 meses, período supostamente fixo do planeamento. Relativamente ao cálculo da QEE, é necessário saber o custo de encomenda e o custo de posse. O primeiro calculou-se com recurso ao valor dos dois centros de custos associados ao processo de planeamento e compras, cujo valor total é de 582 377,37€. Considerando que se realizaram 14 522 encomendas no ano fiscal de 2019, o custo de cada encomenda obtém-se dividindo o valor de centro de custos pelo número de encomendas, ou seja, 40,10€/encomenda. Quanto à taxa de posse considerou-se 20%/ano, uma vez que é o valor definido pela casa-mãe.

De seguida apresentam-se duas soluções, baseadas em critérios definidos para que a fixação dos SS seja fundamentada por normas científicas e não apenas por dados empíricos.

Através desta proposta pretende-se que todos os compradores realizem o cálculo de SS, QEE e R de forma equivalente, normalizando assim o trabalho.

5.3.1 Solução 1

Esta solução apresenta o *stock* de segurança em peças. Assim, por forma a fixá-lo de forma coerente e precisa recorreu-se à equação 7 apresentada no anexo III, uma vez que os *stocks* são revistos continuamente. Com base nesta fórmula, o SS de cada referência será definido com base no *z-score* associado ao nível de serviço pré-determinado e ao desvio padrão da procura durante o prazo de entrega.

Como é possível verificar pela mesma equação, o *stock* de segurança é diretamente proporcional ao *z-score* e consequentemente ao nível de serviço pretendido, ou seja, quanto maior o nível de serviço desejado, maior será o valor do *stock* de segurança.

Assim, assume-se o maior nível de serviço para as peças com maior consumo em € e com um consumo distribuído ao longo dos 6 meses (26 semanas). Por oposição, as peças cujo consumo se verifique durante poucas semanas nos 6 meses analisados não devem apresentar *stock* de segurança, uma vez que tal significaria *stock* parado durante bastante tempo.

Como tal, definiu-se o nível de serviço ajustado a cada classe ABC-XYZ. Considerou-se que, apesar de o objetivo a longo prazo ser um nível de serviço próximo dos 100%, o aumento deste deveria ser gradual para não causar grandes perturbações no atual ritmo da empresa. Assim, criou-se uma matriz que faz corresponder a cada classe o nível de serviço considerado adequado. Esta é apresentada na tabela 13.

Tabela 13 - Nível de serviço por classe

Classe	X	Y	Z
A	92,5%	90%	Sem SS
B	90%	87,5%	Sem SS
C	87,5%	85%	Sem SS

Estes valores resultam de uma combinação entre os valores pretendidos pela empresa e aqueles considerados viáveis inicialmente. Apesar de estes níveis de serviço aparentarem ser baixos é de salientar que o nível de serviço atual da empresa é de 65% com fatores externos e 80% excluindo-os. Como tal, é previsto um aumento do nível de serviço gradual.

5.3.2 Solução 2

Esta segunda solução foi especificamente pedida pela empresa e adapta o SS para tempo de acordo com a variabilidade do prazo e da quantidade de entrega do fornecedor. Contudo, a mesma só se pode aplicar a materiais cujo tipo de MRP seja determinista, ou seja, sem pontos de reabastecimento, uma vez que este tipo de material é de consumo e não está presente na lista técnica do produto, sendo, portanto, necessária a existência de *stock* físico. Assim, este método significa que a encomenda será pedida tantos dias mais cedo consoante a variabilidade do fornecedor, a que o material se associa e as necessidades em sistema. Em SAP este tempo corresponde ao tempo de processamento (em dias) da entrada de mercadorias, o que, em teoria, corresponderia ao número de dias de trabalho necessários para a verificação e a armazenagem do material após a sua receção, ou seja, o número de dias necessários para que o material fique disponível.

Foram analisadas 11 876 encomendas a fornecedores realizadas no último ano fiscal. É necessário ter em conta que nem todos os fornecedores foram estudados, uma vez que, ou não efetuaram entregas no ano passado, ou não são alvo de verificação pelo programa, já que os seus compradores não são obrigados a colocar as suas confirmações de encomenda.

Como tal, a esta análise está associada sempre uma margem de erro. Assim, os fornecedores analisados foram 276.

O objetivo prende-se por definir o grau de satisfação das encomendas e, consequentemente, de confiabilidade, dos fornecedores. Para esta avaliação, assumiu-se que uma encomenda não apresenta variação se é entregue na data prevista ou mais cedo e na quantidade prevista ou superior, já que na data requisitada as peças (ou uma quantidade superior) já se encontravam na posse da LCP. Considera-se a variação da quantidade como a percentagem cumprida, ou seja, $\frac{\text{quantidade entregue}}{\text{quantidade pedida}}$, sendo que se a quantidade entregue for superior à pedida se assume como 100%.

Finalmente, calculou-se a média de cada variável por fornecedor. O coeficiente de variação será então a $\text{coef} = \bar{\Delta} \text{ dias} \times \frac{100\%}{\Delta qtd}$. Explicando este coeficiente com um exemplo, para o fornecedor 122475 (linha 265 da tabela 19 do anexo X): se o fornecedor demora mais 3 dias que o previsto a entregar 93,80% da quantidade pedida, quanto tempo demoraria a entregar 100%? A resposta a esta questão hipotética é 3,20 dias para além do prazo de entrega.

Após este cálculo, era necessário definir o grau de confiabilidade e a respetiva margem de segurança. Esta escala apresenta-se na tabela 14, bem como o número de fornecedores associados a cada grau.

Tabela 14 - Escala de confiabilidade do fornecedor e respetiva margem de segurança

Grau de confiabilidade	Coeficiente	Margem de segurança	Nº Fornecedores	% Fornecedores
Perfeito	Igual a 0	0 semanas	63	22,83%
Bom	Entre 0 e 1, inclusive	1 semanas	56	20,29%
Razoável	Entre 1 e 14, inclusive	2 semanas	143	51,81%
Mau	Entre 14 e 21, inclusive	3 semanas	12	4,35%
Péssimo	Superior a 21	A analisar	2	0,72%

Como é possível verificar pela tabela 14, apenas 2 fornecedores têm um grau de confiabilidade considerado péssimo. Assim, é necessário analisar caso a caso, se de facto estes fornecedores têm uma taxa de satisfação tão baixa ou se existiu alguma exceção ou erro do programa. Posteriormente a esta análise deve atribuir-se a margem de segurança considerada adequada.

Após o processo de classificação efetuou-se a correspondência entre o material e o respetivo fornecedor, uma vez que, a cada material se associa um fornecedor principal e, por conseguinte, a respetiva margem de segurança a cada material.

5.3.3 Programa de cálculo de SS, QEE e R

Para que seja mais fácil o cálculo do *stock* físico necessário (solução 1 ou tipo de MRP com pontos de reabastecimento) foi criado pela autora um programa em Excel que o possibilita. Para além do cálculo do SS este também afere a QEE e o ponto de reabastecimento ideais. Este programa é constituído por 3 interfaces: início, analisar e histórico. Na primeira procede-se ao cálculo propriamente dito, na interface “analisar” é possível analisar os custos anuais de uma determinada quantidade de encomenda e de um determinado valor de *stock* de segurança; na última são armazenados todos os dados provenientes das anteriores. As imagens destas interfaces encontram-se representadas no anexo XI.

5.3.3.1 *Stock* de segurança e ponto de reabastecimento

1º passo: Export dos dados em SAP

O primeiro passo do utilizador é exportar do SAP o consumo da peça que pretende analisar, uma vez que será este documento a base da análise. É imperativo que o utilizador nomeie o ficheiro como a referência da peça em análise e o guarde na mesma pasta do programa.

2º passo: Inserir datas de início e de fim da análise

Inicialmente, aquando do início do programa, é requisitado ao utilizador que insira as datas de início e de fim da análise. Aqui o programa verifica se as datas foram colocadas no formato correto e se o intervalo é válido, ou seja, se a data de início não é mais recente que a de fim. Caso o utilizador não escreva nada, assume como o dia atual. Apenas permite a continuação se estes pontos forem apropriados.

3º passo: Inserir a referência e o prazo de entrega

Nesta caixa de texto é requerido ao utilizador inserir tanto a referência em análise como o respetivo prazo de entrega. O programa verifica que o ficheiro cujo nome é igual à referência existe na sua pasta e que o prazo de entrega apresenta um valor válido e diferente de 0.

4º passo: Selecionar o nível de serviço desejado

Pretende-se que o utilizador escolha de entre os apresentados, o nível de serviço mais adequado à peça em questão. É obrigatório que selecione uma opção para que o programa avance.

5º passo: Mensagem com a informação relativa à procura, ao ponto de encomenda e ao stock de segurança

Para que esta mensagem apareça (figura 35), o programa realiza um conjunto de cálculos a fim de imprimir ao utilizador um conjunto de dados reais.

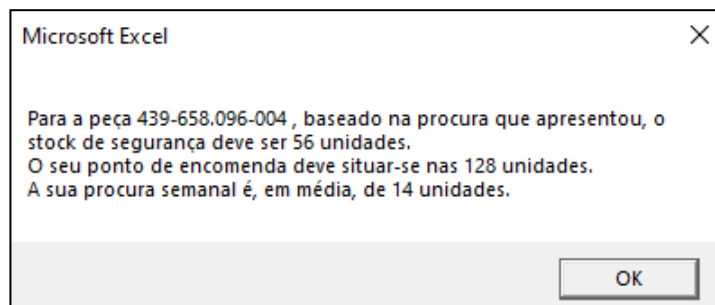


Figura 35 - Mensagem com a informação requerida

Assim, após copiar os valores da procura, elimina os correspondentes às semanas de férias para que não exista um erro a estas associado.

Seguidamente apresenta-se na figura 36, a essência do código que permite chegar a esta mensagem. Este é baseado no modelo apresentado no anexo III.

```
semanasLT = prazo / 7 'transforma o prazo de entrega em semanas
procura = WorksheetFunction.Average(Sheets("Folhal").Columns("I")) 'calcula a média da procura
desvio = WorksheetFunction.StDev_P(Sheets("Folhal").Columns("I")) 'calcula o desvio padrao da procura
procuraLT = procura * semanasLT 'cálculo intermédio
raiz = (semanasLT * (desvio ^ 2)) 'cálculo intermédio
desvioLT = Sqr(raiz) 'desvio da procura no prazo de entrega
If analisar = 1 And ss <> "" Then 'verifica que a interface inicialmente utilizada foi a "início"
Else
ss = WorksheetFunction.Ceiling_Precise(z * desvioLT) 'cálculo do stock de segurança
End If
R = procuraLT + ss 'cálculo do ponto de encomenda
```

Figura 36 - Código essencial do cálculo da procura, R e SS

5.3.3.2 Quantidade económica de encomenda

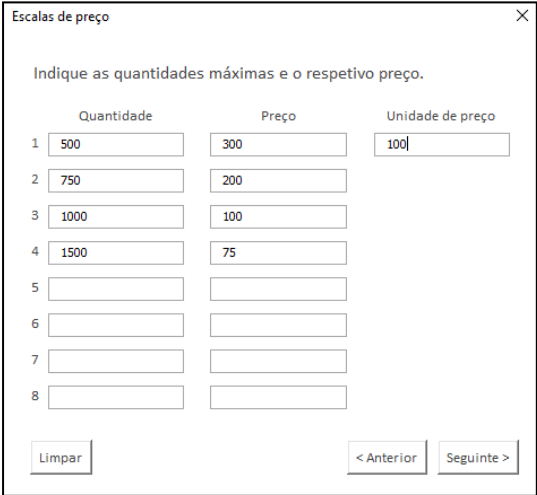
Após o cálculo e o aparecimento da mensagem, o utilizador é questionado se pretende prosseguir para o cálculo da QEE. Em caso afirmativo sucede o seguinte algoritmo.

1º passo: Selecionar se o produto que pretende analisar possui escala de quantidades de compra


Neste passo, o utilizador informa se o produto possui escala de quantidades, ou seja, se existem descontos de quantidade.

2º passo: Indicar o preço e a unidade de preço

Caso o utilizador tenha indicado a existência de escalas de quantidade, a janela apresenta-se conforme a figura 37a. Assim, é necessário indicar a quantidade máxima bem como o preço correspondente. É requerido ainda que seja indicada a unidade de preço, ou seja, por quantas unidades de produto o preço se apresenta. Caso não existam escalas de quantidade, a janela exibida é a da figura 37b. Nesta apenas se pede o preço e a unidade de preço.



a)



b)

Figura 37 – a) Janela de escalas de preço; b) Janela de escala única

3º passo: Mensagem com a informação relativa à QEE e ao custo total anual

Se não existirem descontos de quantidade o algoritmo é conforme o apresentado no anexo I e a mensagem corresponde à figura 38a, caso contrário é o apresentado no anexo II e corresponde à figura 38b.

Relativamente ao código VBA correspondente a cada uma das situações, sem descontos e com descontos, encontra-se nos anexos XII e XIII respetivamente.

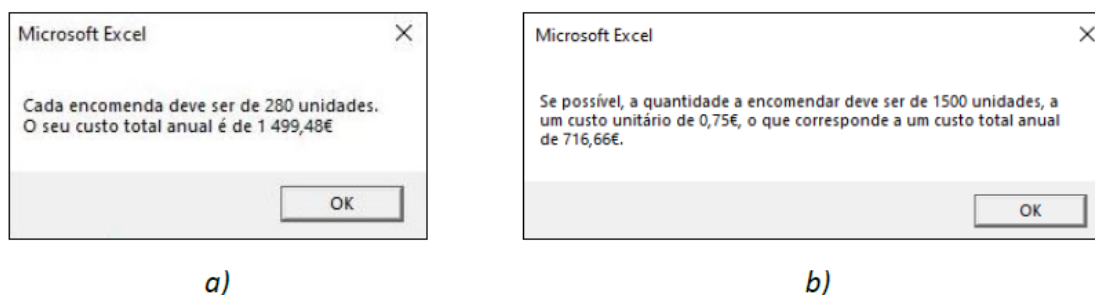


Figura 38 – a) Mensagem com a QEE e o custo total anual (sem escala de preço); b) Mensagem com a QEE e o custo total anual (com escala de preço)

5.4 Liberação de encomendas

Neste ponto, sugere-se que a empresa atualize o seu processo de liberações, por forma também a promover a confiança e a autonomia dos seus colaboradores. Como tal sugere-se então, relativamente às encomendas sem número de peça a eliminação da necessidade de liberação de encomendas inferiores a 1000€, conforme apresentado na tabela 15, e mantendo as restantes liberações, uma vez que o seu valor corresponde a apenas 20,81% deste tipo de encomendas.

Tabela 15 - Esquema de liberações para encomendas sem número de peça (proposta)

Cód. SAP	Valor da encomenda	Liberações necessárias
CP	≤1000€	Sem liberação necessária
A1	>1000€ e <10 000€	Controlling + Administração LCP (user GESTAO)
A2	≥ 10000€	Controlling + Administração LCP + Administração LCW (user PETERSR).

No que concerne às encomendas com referência sugere-se, conforme a tabela 16, o aumento do valor do nível inferior de 3 000 para 4 000€ relativamente ao tipo LP, e de 10 000€ para 15 000€ na liberação L1. Não se considera pertinente o aumento do valor no último escalão uma vez que este tipo de encomenda é pontual (0,65% do total de encomendas com número de peça).

Tabela 16 - Esquema de liberações para encomendas com número de peça (proposta)

Cód. SAP	Valor da encomenda	Liberações necessárias
LP	≥4 000€ e <15 000€	Diretor da logística (user VCOSTA) + Controlling
L1	≥15 000€ e <30 000€	Diretor da logística + Administração LCP
L3	≥ 30 000€	Diretor da logística + Administração LCP + Administração LCW

Como é possível perceber pelo mapeamento proposto do subprocesso “Compras” presente no anexo XIV, em peças sem número só há necessidade de liberação se a encomenda for superior ou igual a 1000€, caso contrário são imediatamente encaminhadas para o fornecedor. No caso da mesma ser superior a este valor, o mapeamento proposto do subprocesso “Liberação 1” é o apresentado na figura 39 e respeita os valores apresentados na tabela 15.

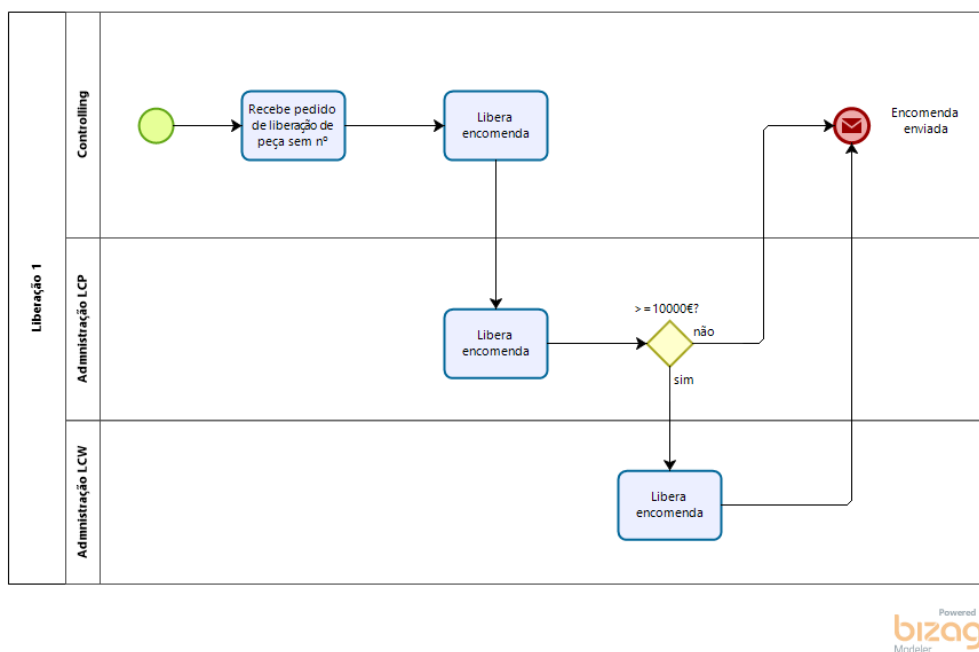
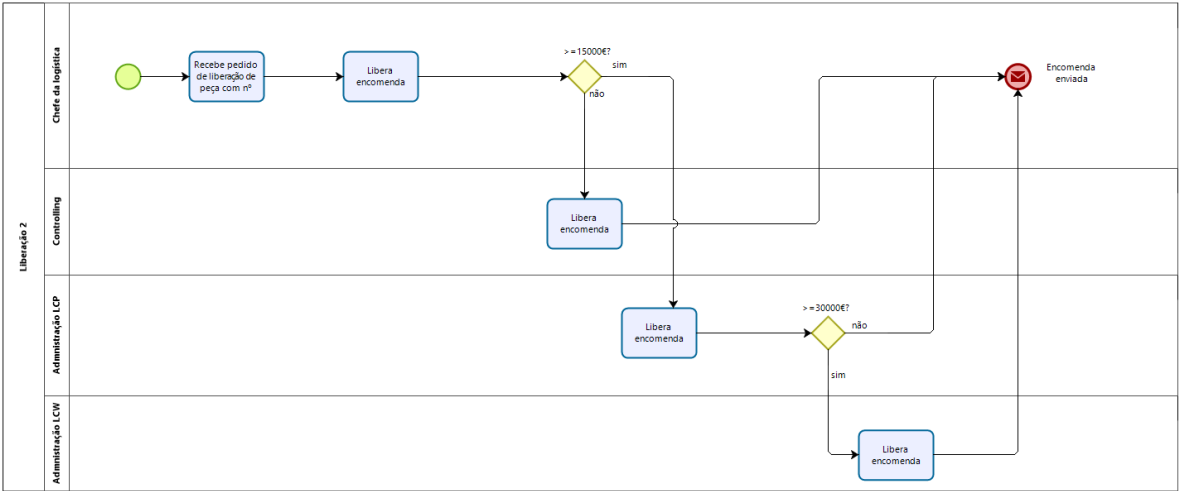


Figura 39 - Subprocesso “Liberação 1” (proposta)

Relativamente a encomendas de peças com número, as mesmas só necessitam de liberação se o seu valor for igual ou superior a 4000€, caso contrário são diretamente enviadas para o fornecedor. Caso haja necessidade de liberação, o seu mapeamento proposto pode ser consultado na figura 40 e os valores limites dizem respeito aos da tabela 16.

Para além desta alteração, recomenda-se a mudança do sistema por forma a que o tempo que o fornecedor tem para responder a uma encomenda apenas comece a contar a partir do momento em que a mesma é efetivamente enviada, e não quando é encaminhada para liberação.



Powered by
bizagi
Modeler

Figura 40 - Subprocesso “Liberação 2” (proposta)

6. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo faz-se uma análise dos resultados esperados através das propostas descritas no capítulo anterior.

No que diz respeito ao ponto 5.2 de normalização do trabalho não é possível aferir resultados, uma vez que não existe termo de comparação possível. Os restantes apresentam-se ao longo deste capítulo.

6.1 Duplicação de informação

Esta proposta foi aceite pela direção, contudo não foi possível concluí-la em tempo útil. Um novo documento começou a ser elaborado por um colaborador da empresa com um código complexo em VBA que permite reunir e organizar todos os dados necessários para a análise da gestão de forma automática. Ainda assim é possível estimar que através da não realização desta tarefa pelos planeadores, o número de erros humanos seja eliminado e exista uma poupança de 30 minutos por semana e por planeador, cerca de **96 horas** que poderão ser utilizadas para realizar outras tarefas, tal representa uma economia de **1900,80€/ano** (utilizando a taxa standard definida pela Leica de 0,33€/min).

6.2 Stocks de segurança, QEE e pontos de reabastecimento

Para a solução 1, considerou-se, como referido anteriormente, que este processo deveria ser repetido a cada 3 meses. Caso isto não se verifique poderão ser geradas requisições de compra sem necessidades de consumo e apenas pelo *stock* de segurança, bem como não apresentar *stocks* de segurança em peças cujo consumo se verifique.

Devido a este período de revisão não é possível utilizar este método para materiais cujo *lead time* seja superior a 3 meses (10% dos analisados).

Por forma a ser possível a comparação de valores entre o SS atual e o proposto, realizou-se o cálculo conforme descrito no capítulo anterior para os meses de abril, maio e junho de 2019, ou seja, baseado nos consumos de outubro de 2018 a março de 2019. Assim, após o cálculo para o novo valor de *stock* de segurança calculou-se o *stock* médio previsto de acordo com a QEE e os consumos reais dos meses de abril, maio e junho e comparou-se com o *stock* médio real. A diferença entre os valores reais e os previstos encontram-se no gráfico da figura 41. Como é possível verificar pelo gráfico, no primeiro mês prevê-se um aumento de 206

905,81€ do valor de *stock* médio. Este valor é justificável, uma vez que existiam materiais sem *stock* de segurança e que foi necessário encomendar para que o novo SS fosse cumprido. Já no mês de maio verificou-se uma diminuição de valor mobilizado em *stock* de e no mês de junho uma redução de 899 443,59€. Assim, nos 3 meses estudados, seria possível diminuir o valor mobilizado em *stock* em **1 114 177,48€**.

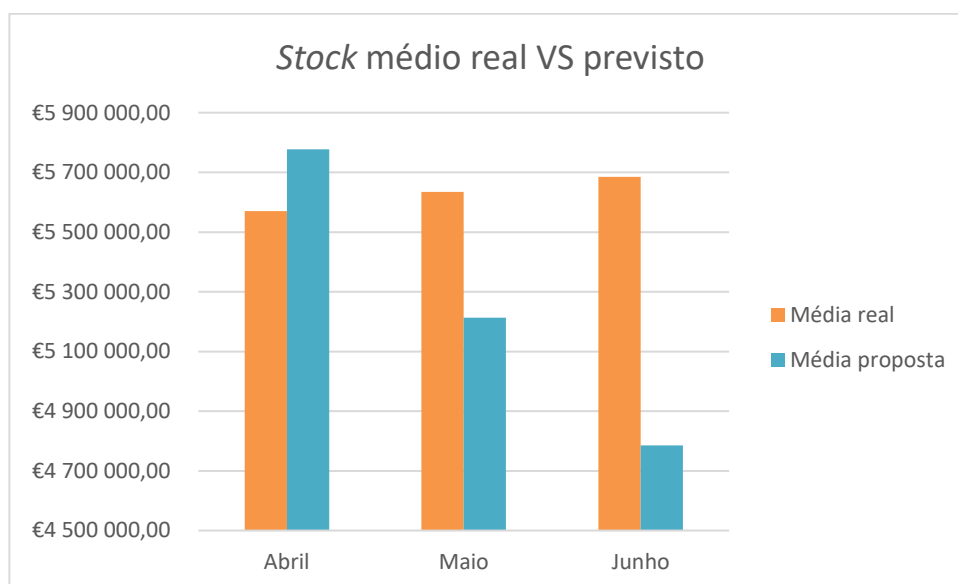


Figura 41 – Comparação stock médio real e previsto de abril, maio e junho de 2019

Relativamente à segunda solução apresentada não é possível avaliar possíveis resultados, uma vez que não é possível prever o comportamento dos fornecedores e o seu cumprimento de entregas.

6.3 Liberação de encomendas

Devido ao curto período de tempo do projeto e à necessidade de aprovação das alterações pela casa mãe, estas propostas não foram ainda implementadas. Como tal, por forma a conseguir comparar os resultados atuais com os propostos, considerou-se que o melhor meio seria analisar as encomendas do ano fiscal de 2019. Assim, seria possível verificar quais os efeitos caso o novo esquema de liberações tivesse sido implementado em abril de 2018. Como tal, na tabela 17 é possível verificar os valores do modelo proposto bem com a diferença entre este e o atualmente aplicado.

Tabela 17 - Nº de encomendas, tempos e custos por tipo de libertação (proposta)

Tipo de libertação	Tempo médio	Nº enc. FY19	Tempo total	Custo total anterior	Custo total	Diferença
Sem libertação	0 horas	12544	0 horas	0€	0€	0
CP	4 horas	0	0 horas	130 204,80€	0€	-130 204, 80€
A1	1 dia	410	3 280 horas	64 944,00€	64 944,00€	0
A2	1 semana	22	880 horas	17 424,00€	17 424,00€	0
LP	1 dia	1360	10 880 horas	266 745,60€	215 424€	-51 321,60€
L1	1 dia	105	840 horas	39 916,80€	16 632€	-23 284,80€
L3	1 semana	81	3 240 horas	64 152,00€	64 152,00€	0
Total		14 522 enc.	19 120 horas	583 387,20€	378 576€	- 204 811,20€

Assim, tendo em conta todos os pressupostos assumidos, com estas alterações, seria possível uma poupança de **204 811,20€, ou seja, 35%**, no ano fiscal em causa. De notar, que estes valores são aproximados, já que o tempo consumido em cada libertação é variável.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Seguidamente apresentam-se as considerações finais do projeto e um breve resumo dos resultados esperados, bem como as principais dificuldades sentidas durante o mesmo. Ademais, sugerem-se alguns trabalhos futuros, uma vez que os processos devem ser estudados e melhorados continuamente.

7.1 Considerações finais

O projeto foi desenvolvido na empresa Leica – Aparelhos Ópticos de Precisão, S.A, com o objetivo de melhorar o desempenho do processo de planeamento e compras. Este, aliado a outros objetivos mais específicos, conduziria a uma melhoria do nível de serviço ao cliente.

Iniciou-se o projeto com a análise dos motivos do baixo nível de serviço ao cliente com recurso a um diagrama de *Ishikawa*. Através desta ferramenta foi possível perceber que, de facto, o processo de planeamento e compras era uma das principais razões (associadas ao departamento da logística) para a falha das entregas ao cliente. Como tal, optou-se por mapear este processo bem como os seus intervenientes. Desta forma foi identificado um conjunto de oportunidades de melhoria relacionadas com a duplicação da informação, a normalização do trabalho, *stocks* de segurança, QEE e pontos de reabastecimento e ainda com a liberação de encomendas.

Através da eliminação de uma tarefa que duplicava a informação foi possível não só melhorar o processo administrativamente como também eliminar uma atividade que não acrescenta valor. Esta ação permitirá uma economia prevista de, no mínimo, 30 minutos semanais por planeador, o que corresponde a cerca de **96 horas anuais** e, em termos monetários, **1900,80€/ano**.

No que concerne à normalização de trabalho, através da criação de documentos com a descrição de cada função, o perfil de competências e a matriz de competências, foi possível definir claramente a responsabilidade de cada tarefa associada a este processo, bem como, *a posteriori*, reconhecer e contrariar eventuais falhas na formação dos trabalhadores, a fim de que seja uniforme o método de trabalho. Para esta proposta não foi possível avaliar resultados reais ou esperados uma vez que não existem dados suficientes para um termo de comparação.

Relativamente à atualização de SS e R foram apresentadas duas soluções: uma com recurso à equação 7 do anexo III e a outra através da criação de um *buffer* em dias, ou seja, coloca-se a encomenda tantos dias mais cedo quanto a variabilidade de entrega do fornecedor. Contudo, apenas é possível prever resultados para a primeira. Como tal, foi criado um programa em VBA que, através da procura, prazo de entrega, nível de serviço desejado e custo de um determinado material, calcula não só o SS e o ponto de reabastecimento, como também a QEE. Estudou-se então o comportamento do *stock* médio em Abril, Maio e Junho de 2019, e previu-se que, caso tivesse sido implementada a solução 1, seria possível diminuir o valor do *stock* médio em **1 114 177,48€**, como um dos objetivos estabelecidos. Através da utilização do mesmo método por todos os compradores é possível também obter uma normalização deste processo.

Quanto à liberação de encomendas, através da atualização dos seus níveis, pretende-se fomentar a confiança e a autonomia dos trabalhadores. A simplificação deste processo vai de encontro ao objetivo de melhoria dos processos administrativos e diminuição das atividades que não acrescentem valor, bem como a redução do tempo de espera entre o pedido de encomenda e o seu envio para o fornecedor. Estas mudanças permitiriam uma poupança de **19 120 horas** no ano fiscal de 2019 (o que corresponde a **204 811,20€**) caso esta mudança tivesse sido implementada em abril de 2018.

Relativamente às principais dificuldades sentidas ao longo do projeto, uma das que mais se evidenciou foi o tratamento dos dados facultados pela empresa, essencialmente na fase de análise e identificação dos possíveis motivos causadores de um baixo nível de serviço ao cliente. Para além deste, verifica-se ainda uma certa relutância da empresa na aplicação de novas propostas, essencialmente devido à necessidade de aprovação por parte da administração e/ou da casa-mãe.

De uma forma geral, pode afirmar-se que os objetivos para esta dissertação foram cumpridos.

7.2 Trabalhos futuros

Devido à curta duração do projeto, são sugeridas algumas ações futuras que não foi possível idealizar durante o mesmo.

Assim, sugere-se que, da mesma forma que nesta dissertação se estudaram os materiais com prazo de entrega inferior a 3 meses, sejam estudados os materiais com *lead time* superior a este valor, por forma a que sejam definidos *stocks* de segurança com base em critérios científicos, possivelmente através da análise de previsões.

Para além disto, considera-se pertinente a criação de um mecanismo de controlo despoletado pela variação no gasto de um material, isto é, quando o perfil de consumo de um material varia bruscamente de uma análise para a outra. Este mecanismo permitiria que o comprador estivesse ciente das mudanças bruscas de consumo de que o seu material é alvo, por forma a precaver-se de eventuais erros no cálculo devido às diferenças de consumo.

Recomenda-se também a colocação em SAP de lotes mínimos (caso existam) quer do fornecedor, quer das secções produtivas, por forma a que o cliente (LCW) tenha em atenção os mesmos no momento da encomenda. Desta forma, prevê-se que os fluxos do processo “Encomenda esporádica”, representado na figura 21 do capítulo 4, sejam simplificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adan, I. J. B. F., & van der Wal, J. (1998). Combining make to order and make to stock. *Operations-Research-Spektrum*, 20(2), 73–81. <https://doi.org/10.1007/BF01539854>
- Alves, A. C., Dinis-Carvalho, J., & Sousa, R. M. (2012). Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility. *The Learning Organization*, 19(3), 219–237. <https://doi.org/10.1108/09696471211219930>
- Arif-Uz-Zaman, K., & Nazmul Ahsan, A. M. M. (2014). Lean supply chain performance measurement. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(5), 588–612. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2013-0092>
- Audy, J.-F., Lehoux, N., D'Amours, S., & Rönnqvist, M. (2012). A framework for an efficient implementation of logistics collaborations. *International Transactions in Operational Research*, 19(5), 633–657. <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2010.00799.x>
- Barcelos, R. L., Honorato Silva, P. R., Corrêa Nandi, R., & Paquelin Pereira, J. (2017). Sistema de informações para processo de planeamento e controle da produção: estudo de caso aplicado a uma industria de confecção. *Exacta*, 15(4), 155–165. <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v15n4.7244>
- Bell, S. (2005). *Lean enterprise systems: using IT for continuous improvement* (Vol. 33). John Wiley & Sons.
- Black, J. T., & Hunter, S. L. (2003). *Lean manufacturing systems and cell design*. Society of Manufacturing Engineers.
- Bohnen, F., Maschek, T., & Deuse, J. (2011). Leveling of low volume and high mix production based on a Group Technology approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4(3), 247–251. <https://doi.org/10.1016/J.CIRPJ.2011.06.003>
- Bolton, W. (1994). *Production planning & control*. Essex: Longman Scientific & Technical.
- Bowersox, D. J. (1969). Physical distribution development, current status, and potential. *Journal of Marketing*, 33(1), 63–70.
- Carvalho, J. C. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Chackelson, C., & Errasti, A. (2010). Validación de un sistema experto para mejorar la gestión de inventarios mediante estudio de caso. *Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica*, 8, 23–32.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2010). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and*

Operation (4th ed.). Boston, MA: Pearson Education.

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson UK.

Ciurana, J., Garcia-Romeu, M. L., Ferrer, I., & Casadesús, M. (2008). A model for integrating process planning and production planning and control in machining processes. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 24(4), 532–544. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2007.07.013>

Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção* (5th ed.). Lisboa: Lidel.

Dahlgaard, J. J., & Mi Dahlgaard-Park, S. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *The TQM Magazine*, 18(3), 263–281. <https://doi.org/10.1108/09544780610659998>

Davis, T. (1993). Effective supply chain management. *Sloan Management Review*, 34, 35.

Dolgui, A., & Prodhon, C. (2007). Supply planning under uncertainties in MRP environments: A state of the art. *Annual Reviews in Control*, 31(2), 269–279. <https://doi.org/10.1016/J.ARCONTROL.2007.02.007>

Domínguez, E., Pérez, B., Rubio, Á. L., & Zapata, M. A. (2019). A taxonomy for key performance indicators management. *Computer Standards & Interfaces*, 64, 24–40. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2018.12.001>

Elias, S. J. B. (2011). *A Influência do planeamento mestre da produção na implementação da manufatura enxuta: o nivelamento da produção (Heijunka)*. Florianópolis, SC. Retrieved from <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95445>

Esteves, R. R., Fontana, B. R. B., Oliveira, P. T., & da Silva, G. G. M. P. (2015). Aplicação da Gestão Visual como Ferramenta de Auxílio para o Gerenciamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia em uma Universidade Pública. *Revista de Gestão e Projetos - GeP*, 6(5), 71–83. <https://doi.org/10.5585/gep.v6i3.367>

Evangelista, A. A., Junior, N. A., Junior, S. B., & Ramos, A. L. (2011). O impacto da eficiência do planeamento e controle de produção (PCP) como um fator de competitividade: um estudo de caso em uma empresa de médio porte. *INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção*, 3(7), 46–59. Retrieved from http://ingepro.com.br/Publ_2011/Julh/459_pg_46-59.pdf

Feld, W. M. (2001). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. St. Lucie Press.

- Fusco, J. C. A., Sacomano, J. B., Barbosa, F. A., & Azzolin, W. (2003). *Administração de operações: da formulação estratégica ao controle operacional*. São Paulo: Arte & Ciência.
- Galbraith, J. R. (1973). *Designing complex organizations*. Addison-Wesley Pub. Co. Retrieved from <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=540368>
- García-Domínguez, A., Marcos, M., & Medina, I. (2012). A comparison of BPMN 2.0 with other notations for manufacturing processes. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1431, pp. 593–600). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.4707613>
- Gomes, C., & Lisboa, J. (2008). *Gestão de Operações*. Porto: Vida Económica.
- Gonçalves, J. (2010). *Gestão de aprovisionamentos* (2nd ed.). Porto: Publindústria, Edições Técnicas.
- Grossmann, I. (2005). Enterprise-wide optimization: A new frontier in process systems engineering. *AIChE Journal*, 51(7), 1846–1857. <https://doi.org/10.1002/aic.10617>
- Güçdemir, H., & Selim, H. (2017). Customer centric production planning and control in job shops: A simulation optimization approach. *Journal of Manufacturing Systems*, 43, 100–116.
- Gupta, A., & Maranas, C. D. (2003). Managing demand uncertainty in supply chain planning. *Computers & Chemical Engineering*, 27(8–9), 1219–1227. [https://doi.org/10.1016/S0098-1354\(03\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0098-1354(03)00048-6)
- Herrmann, J. W. (2006). *Handbook of Production Scheduling*. New York, NY: Springer US.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249.
- Ho, C. (1989). Evaluating the impact of operating environments on MRP system nervousness. *International Journal of Production Research*, 27(7), 1115–1135. <https://doi.org/10.1080/00207548908942611>
- Hunter, S. L. (2008). Materials and Manufacturing Processes The Toyota Production System Applied to the Upholstery Furniture Manufacturing Industry The Toyota Production System Applied to the Upholstery Furniture Manufacturing Industry. *Materials and Manufacturing Processes*, 23, 629–634. <https://doi.org/10.1080/10426910802316476>
- Jorge, G. A., & Miyake, D. I. (2016). Estudo comparativo das ferramentas para mapeamento das atividades executadas pelos consumidores em processos de serviço. *Production*, 26(3), 590–613. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.128413>

- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). The Quality Improvement Process. In *Juran's Quality Handbook* (5th ed., pp. 5.1-5.73). New York: McGraw-Hill.
- Knoll, D., Reinhart, G., & Prügmeier, M. (2019). Enabling value stream mapping for internal logistics using multidimensional process mining. *Expert Systems with Applications*, 124, 130–142. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.01.026>
- Korponai, J., Tóth, Á. B., & Illés, B. (2017). Effect of the Safety Stock on the Probability of Occurrence of the Stock Shortage. *Procedia Engineering*, 182, 335–341. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.03.106>
- Korytkowski, P., Wisniewski, T., & Rymaszewski, S. (2013). Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - a case study. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(9), 1554–1559.
- Lareau, W. (2003). *Office Kaizen: transforming office operations into a strategic competitive advantage*. ASQ Quality Press.
- Laurindo, F. J. B., & Mesquita, M. A. de. (2000). Material Requirements Planning: 25 anos de história - Uma revisão do passado e prospecção do futuro. *Gestão & Produção*, 7(3), 320–337. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2000000300009>
- Lehoux, N., LeBel, L., & Elleuch, M. (2016). Benefits of inter-firm relationships: application to the case of a five sawmills and one paper mill supply chain. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 54(3), 192–209. <https://doi.org/10.1080/03155986.2016.1197538>
- Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A. (2017a). LEICA UMA HISTÓRIA DE SUCESSO. Retrieved from <https://leica.pt/leica-uma-cronologia-de-sucesso>
- Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A. (2017b). MECÂNICA. Retrieved from <https://leica.pt/otica-2>
- Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A. (2017c). MONTAGEM. Retrieved from <https://leica.pt/montagem>
- Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A. (2017d). ÓTICA PLANA + ÓTICA ESFÉRICA. Retrieved from <https://leica.pt/otica>
- Leica — Aparelhos Ópticos de Precisão S.A. (2018). *Manual de Procedimentos*. Famalicão.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way – 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Macul, V. C., Amigo, C., & Rozenfeld, H. (2013). Uma comparação dos métodos de

- modelagem utilizados na identificação de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento de produto. In *Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos*. Natal: 9º CBGDP. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/257983116>
- Magenheimer, K., Reinhart, G., & Schutte, C. S. L. (2014). Lean management in indirect business areas: modeling, analysis, and evaluation of waste. *Production Engineering*, 8(1–2), 143–152.
- Marchwinski, C., Shook, J., & Schroeder, A. (2014). *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers* (5th ed.). Cambridge, MA: The Lean Enterprise Institute, Inc.
- Matzka, J., Di Mascolo, M., & Furmans, K. (2012). Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(1), 49–60. <https://doi.org/10.1007/s10845-009-0317-3>
- McManus, H. L. (2005). Product Development Value Stream Mapping (PDVSM) Manual Release 1.0.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monteiro, J. M. G. (2016). *Aplicação de Lean Office num departamento de planeamento logístico de uma empresa de componentes eletrónicos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade do Minho. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/46804>
- Mückenberger, E., Togashi, G. B., Pádua, S. I. D. de, & Miura, I. K. (2013). Gestão de processos aplicada à realização de convênios internacionais bilaterais em uma instituição de ensino superior pública brasileira. *Production*, 23(3), 637–651. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000076>
- O'Brien, R. (1998). *An overview of the methodological approach of action Research*. Toronto: University of Toronto. Retrieved from <http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press. Retrieved from https://books.google.pt/books?id=7_-67SshOy8C
- Ortiz, C. (2006). *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a lean assembly line*. CRC Press.

- Pareto, V. (2014). *Manual of Political Economy: A Critical and Variorum Edition*. (A. Montesano, A. Zanni, L. Bruni, J. S. Chipman, & M. McLure, Eds.) (1st ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Parmenter, D. (2007). *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Pedroso, M. C., & Corrêa, H. L. (1996). Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica? *Revista de Administração de Empresas*, 36(4), 0. <https://doi.org/10.1590/S0034-75901996000400007>
- Pinto, J. P. (2010). *Gestão de operações na indústria e nos serviços* (3rd ed.). Lisboa: Edições Lidel.
- Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.
- Razzolini Filho, E. (2012). *Administração de material e patrimônio*. Curitiba: IESDE BRASIL SA.
- Redeker, G. A., Kessler, G. Z., & Kipper, L. M. (2019). Lean information for lean communication: Analysis of concepts, tools, references, and terms. *International Journal of Information Management*, 47, 31–43. <https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2018.12.018>
- Respício, A., & Domingos, D. (2015). Reliability of BPMN Business Processes. *Procedia Computer Science*, 64, 643–650.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Saad, G. H. (1982). An overview of production planning models: structural classification and empirical assessment. *The International Journal of Production Research*, 20(1), 105–114.
- Sastre, R. M., Saurin, T. A., Echeveste, M. E. S., de Paula, I. C., & Lucena, R. (2018). LEAN OFFICE: STUDY ON THE APPLICABILITY OF THE CONCEPT IN A DESIGN COMPANY. In *DS92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (pp. 643–654).
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*. Pearson education.
- Scheer, A. W. (2012). *Business process engineering: reference models for industrial enterprises* (2nd ed.). Berlin: Springer Science & Business Media.

- Schmidt, M., Hartmann, W., & Nyhuis, P. (2012). Simulation based comparison of safety-stock calculation methods. *CIRP Annals*, 61(1), 403–406. <https://doi.org/10.1016/J.CIRP.2012.03.054>
- Schuh, G., Reuter, C., Prote, J.-P., Brambring, F., & Ays, J. (2017). Increasing data integrity for improving decision making in production planning and control. *CIRP Annals*, 66(1), 425–428. <https://doi.org/10.1016/J.CIRP.2017.04.003>
- Shahin, A., & Mahbod, M. A. (2007). Prioritization of key performance indicators. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(3), 226–240. <https://doi.org/10.1108/17410400710731437>
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2007). *Operations Management* (5th ed.). London: Pearson Education. Retrieved from <https://bit.ly/2FUDTqQ>
- Stevenson, M., Hendry, L. C., & Kingsman, B. G. (2005). A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. *International Journal of Production Research*, 43(5), 869–898. <https://doi.org/10.1080/0020754042000298520>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system: materialization of just-in-time and respect-for-human system. *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH*, 15(6), 553–564. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning, Mapping, & Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*. Productivity Press.
- Taylor, D. H., & Brunt, D. (2001). *Manufacturing operations and supply chain management: the lean approach*. Cengage Learning EMEA.
- Teng, J.-T. (2009). A simple method to compute economic order quantities. *European Journal of Operational Research*, 198(1), 351–353. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2008.05.019>
- Tersine, R. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management* (4th ed.). New Jersey: PTR Prentice-Hall.
- van der Aalst, W. M. P., ter Hofstede, A. H. M., & Weske, M. (2003). Business Process Management: A Survey (pp. 1–12). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-44895-0_1
- Verner, L. (2004). BPM: the promise and the challenge. *Queue*, 2(1), 82.

- Vollmann, T. (2005). *Manufacturing planning and control for supply chain management* (5th ed.). Boston, MA: McGraw-Hill.
- Vollmann, T., Berry, W., & Whybark, D. C. (1997). *Manufacturing Planning and Control Systems*. New York: Irwin/McGraw-Hill.
- Weber, A., & Thomas, R. (2005). *KEY PERFORMANCE INDICATORS: Measuring and Managing the Maintenance Function*. Ontario. Retrieved from <http://www.computerised-maintenance-management-systems.com/articles/KPIs.pdf>
- White, S. A. (2004). Introduction to BPMN. *BPTrends*. Retrieved from <https://www.bptrends.com/publicationfiles/07-04 WP Intro to BPMN - White.pdf>
- Wiendahl, H.-H., Von Cieminski, G., & Wiendahl, H.-P. (2005). Stumbling blocks of PPC: Towards the holistic configuration of PPC systems. *Production Planning & Control*, 16(7), 634–651. <https://doi.org/10.1080/09537280500249280>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The machine that changed the World: The triumph of lean production. *New York: Rawson Macmillan*.
- Zermati, P. (1990). *A gestão de stocks*. Lisboa: Editorial Presença.

ANEXO I – CÁLCULO DA QUANTIDADE ECONÓMICA DE ENCOMENDA

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}} \quad (1)$$

$$\text{Custo total} = \frac{D}{Q} \cdot S + \frac{Q}{2} \cdot H \quad (2)$$

Q^* = quantidade económica de encomenda

$\frac{D}{Q} \cdot S$ = custo de encomenda anual

$\frac{Q}{2} \cdot H$ = custo de posse anual

Q = quantidade a encomendar

D = taxa de procura/consumo anual (unidade/ano)

S = custo de encomendas unitário (UM/encomenda)

H = custo de posse unitário ($H = i \cdot c$) (UM/unidade/ano)

i = taxa de posse de stock (%/ano)

c = custo de aquisição unitário (UM/encomenda)

$$R = d \cdot L \quad (3)$$

R = ponto de encomenda

d = taxa de procura (unidades/unidade de tempo)

L = prazo de entrega (unidade temporal)

ANEXO II – ALGORITMO DE QEE COM DESCONTOS DE QUANTIDADE

1. Calcular a QEE para o preço mais baixo e, conseqüentemente, quantidade mais elevada.
 - a. Se for válida, a quantidade que minimiza o custo total foi encontrada. STOP
 - b. Caso não seja válida, calcular o custo total para a quantidade válida mais próxima da QEE obtida para esse nível de preço. Passar para o passo 2.
2. Calcular a QEE para o preço seguinte.
 - a. Se for válida, calcular o custo total. Voltar ao passo 2
 - b. Caso não seja válida, calcular o custo total para a quantidade válida mais próxima da QEE obtida para esse nível de preço.
3. Repetir o passo 2 até ter analisado todos os níveis de preço.
4. Selecionar a quantidade válida que minimiza o custo total.

Relativamente ao momento de encomenda, este segue a mesma lógica do modelo do anexo I.

ANEXO III – MODELO DE REVISÃO CONTÍNUA

A probabilidade de a procura no prazo de entrega ser superior ao ponto de encomenda ou reabastecimento é igual a:

$$P[X > R] = \alpha \quad (4)$$

X = procura no prazo de entrega (unid)

R = ponto de encomenda (unid)

α = probabilidade de rutura (%)

Baseado nesta fórmula, deduziu-se que a probabilidade de a procura ser inferior ou igual ao ponto R determinado representa o nível de serviço:

$$P[X \leq R] = 1 - \alpha \quad (5)$$

$$(1 - \alpha) = \text{Nível de serviço} \quad (6)$$

Este ponto R será igual à procura média durante o prazo de entrega à qual se acrescenta um stock de segurança. Segundo Carvalho (2012), e assumindo que a procura durante o prazo de entrega se aproxima de uma distribuição normal, o seu cálculo corresponde a:

$$SS = z \cdot \sigma \quad (7)$$

$$\sigma = \sqrt{\bar{L} \cdot \sigma_d^2 + \bar{d}^2 \cdot \sigma_L^2} \quad (8)$$

z = z - score (fator de segurança conforme o nível de serviço)

σ = desvio padrão da procura no prazo de entrega

\bar{L} = prazo médio de entrega

\bar{d} = procura média

σ_d = desvio padrão da procura

σ_L = desvio padrão do prazo de entrega

Neste modelo o autor define o custo total de aprovisionamento (CTA) em UM/ano como:

$$CTA = \bar{r} \cdot c + \frac{\bar{r}}{Q} \cdot C_3 + \left(\frac{Q}{2} + SS \right) \cdot C_1 + K \cdot \bar{\eta}(R) \cdot \frac{\bar{r}}{Q} \quad (9)$$

$$\bar{r} \cdot c = \text{custo de aquisição anual} \quad (10)$$

$$\frac{\bar{r}}{Q} \cdot C_3 = \text{custo de encomenda anual} \quad (11)$$

$$\left(\frac{Q}{2} + SS\right) \cdot C_1 = \text{custo de posse anual} \quad (12)$$

$$K \cdot \bar{\eta}(R) \cdot \frac{\bar{r}}{Q} = \text{custo de rutura anual} \quad (13)$$

\bar{r} = taxa média de procura (unidades/ano)

Q = quantidade a encomendar (unidades)

C_3 = custo de encomenda unitário (UM/encomenda)

i = taxa de posse de stock (%/ano)

c = custo de aquisição unitário (UM/unidade)

$C_1 = i \cdot c$ = custo de posse unitário

K = custo de rutura por unidade em falta (UM/unidade em falta)

$\bar{\eta}(R)$ = quantidade média em falta por ciclo de enc. em função do ponto R

Assim, para a minimização deste custo é necessário calcular a quantidade a encomendar e o nível de serviço ótimo, isto porque existe um custo de rotura associado. Assim:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot \bar{r} \cdot (C_3 + K \cdot \bar{\eta}(R)^*)}{C_1}} \quad (14)$$

$$\alpha^* = \frac{C_1 \cdot Q^*}{K \cdot \bar{r}} \quad (15)$$

Contudo, uma vez que o custo de rotura é difícil de determinar, assume-se a quantidade a encomendar como a quantidade económica (equação 1) e pré-definir-se o nível de serviço.

Em semelhança ao modelo da QEE a encomenda efetua-se aquando da chegada do stock ao ponto R , com a particularidade que neste modelo se inclui um stock de segurança.

$$R = \mu + z \cdot \sigma \quad (16)$$

μ = procura média durante o prazo de entrega

z = z - score (fator de segurança conforme o nível de serviço)

σ = desvio padrão da procura durante o prazo de entrega

ANEXO IV – MODELO DE REVISÃO PERIÓDICA

A probabilidade de rotura, isto é, a probabilidade de a procura durante o período entre encomendas + o prazo de entrega é igual a:

$$P[X > T] = \alpha \quad (17)$$

$X = \text{procura durante o prazo de entrega} + \text{período de encomendas (unid)}$

$T = \text{stock alvo (unid)}$

$\alpha = \text{probabilidade de rutura (\%)}$

O nível de serviço, ou seja, a probabilidade de satisfazer a procura durante o prazo de entrega + período entre encomendas será:

$$P[X \leq T] = 1 - \alpha \quad (18)$$

$$(1 - \alpha) = \text{nível de serviço} \quad (19)$$

O stock alvo T será:

$$T = \mu + z \cdot \sigma \quad (20)$$

$$SS = z \cdot \sigma_{P+L} \quad (21)$$

$$\sigma_{P+L} = \sqrt{(P + \bar{L}) \cdot \sigma_d^2 + \bar{d}^2 \cdot \sigma_L^2} \quad (22)$$

$z = z - \text{score (fator de segurança conforme o nível de serviço)}$

$\sigma_{P+L} = \text{desvio padrão da procura durante o período } P + L$

$P = \text{período entre encomendas}$

$L = \text{prazo de entrega}$

$\bar{L} = \text{prazo médio de entrega}$

$\bar{d} = \text{procura média}$

$\sigma_d = \text{desvio padrão da procura}$

$\sigma_L = \text{desvio padrão do prazo de entrega}$

Relativamente à quantidade a encomendar corresponderá a:

$$Q = T - \text{stock disponível} \quad (23)$$

$$T = \mu_{P+L} + Z \cdot \sigma_{P+L} \quad (24)$$

$Q =$ quantidade a encomendar

$T =$ stock alvo











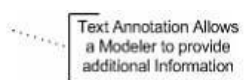
$$\text{Stock disponível} = \text{stock em armazém} + \text{encomendas em trânsito} \quad (25)$$

O autor Carvalho (2012) assumiu o CTA da seguinte forma:

$$CTA = \bar{r} \cdot c + \frac{\bar{r}}{\bar{d} \cdot P} \cdot C_3 + \left(\frac{\bar{d} \cdot P}{2} + SS \right) \cdot C_1 \quad (26)$$

ANEXO V – ELEMENTOS DO BPMN 2.0 POR CATEGORIA

Tabela 18 - Elementos do BPMN 2.0 por categoria (White, 2004)

Objetos de Fluxo	Evento	Algo que acontece durante o curso do processo. Têm normalmente causas e impactos. Existem três tipos de eventos: início, intermédio e final	
	Atividade	Termo genérico para o trabalho que a empresa realiza. Podem ser tarefas ou subprocessos.	
	Gateway	É usado para controlar a divergência e convergência do fluxo de sequência, determinando decisões.	
Objetos de ligação	Fluxo de sequência	Usado para evidenciar a ordem das atividades que serão realizadas num processo.	
	Fluxo de Mensagem	Usado para evidenciar o fluxo de mensagens entre dois participantes do processo, um que envia e outro que recebe a mensagem.	
	Associação	Usado para associar dados, texto e outros artefactos a objetos de fluxo. São usadas para evidenciar os <i>inputs</i> e <i>outputs</i> das atividades.	
Objetos de agrupamento	“Piscina”	Representa um participante no processo. Atua ainda como um recetáculo para separar conjuntos de atividades de outras “piscinas”.	
	Raia	Subparte de uma piscina, usadas para categorizar e organizar as atividades.	
Artefactos	Objeto de dados	Mecanismo que mostra como os dados são requeridos ou produzidos pelas atividades. Conectados às atividades através de associações.	
	Grupo	É usado para efeitos de documentação ou análise. Não afeta o fluxo de sequência.	
	Anotação	Mecanismo que o modelador usa para fornecer informações adicionais para o leitor.	

ANEXO VI – MAPEAMENTO ATUAL DO PROCESSO “ENCOMENDA NORMAL”

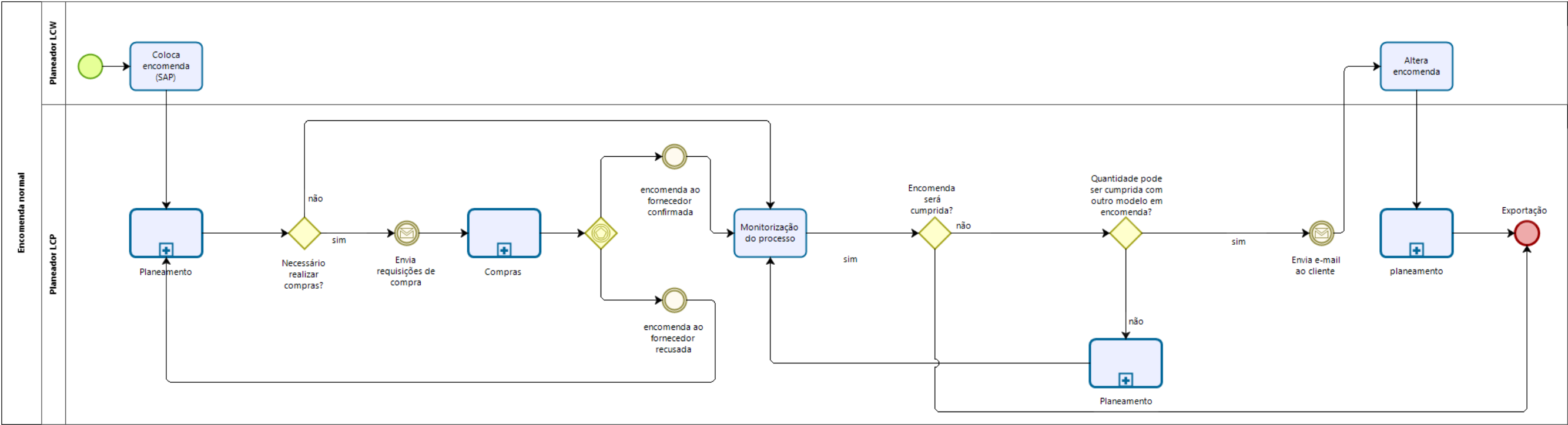


Figura 42 - Processo "Encomenda normal"

ANEXO VII – MAPEAMENTO ATUAL DO SUBPROCESSO “COMPRAS”

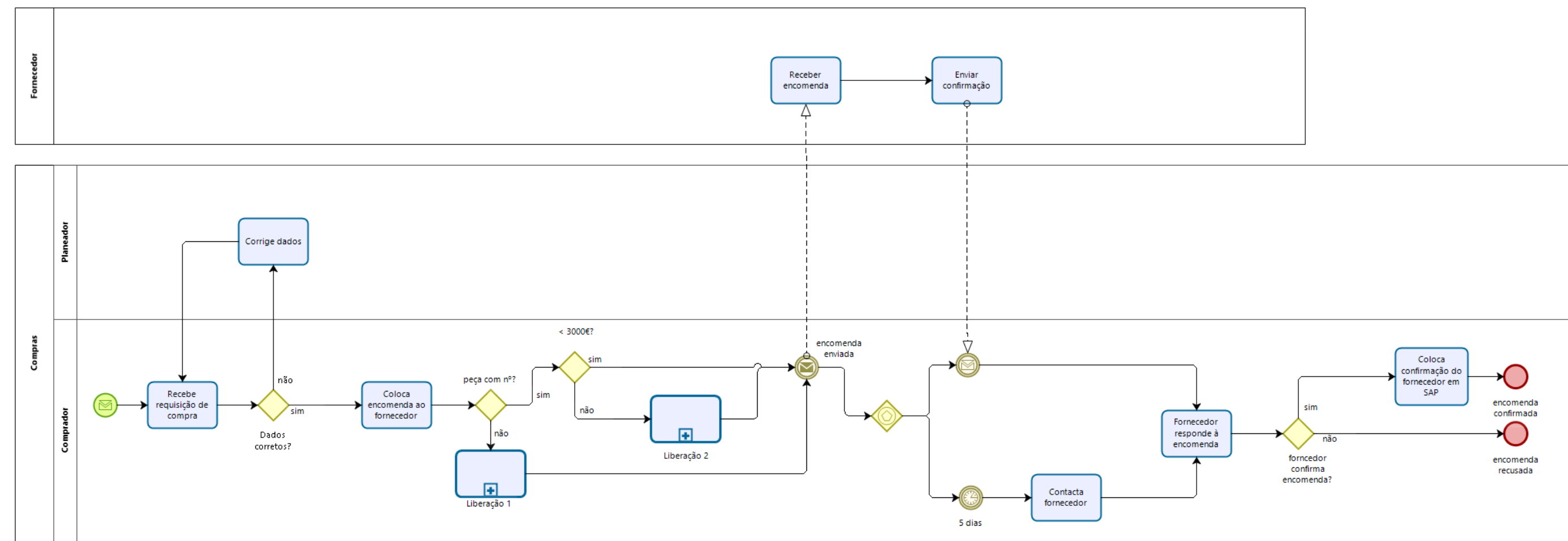


Figura 43 - Subprocesso "Compras"

ANEXO VIII – DESCRIÇÃO DE FUNÇÕES E PERFIS DE COMPETÊNCIAS

	Descritivo Funcional
---	-----------------------------

Função	Comprador Operativo
---------------	---------------------

Departamento	Logística	Reporta a	Chefe de Secção Logística
---------------------	-----------	------------------	---------------------------

Missão
<i>Assegurar as necessidades de produção com a maximização do nível de serviço (qualidade, prazos e custos) de modo a que seja alcançado o equilíbrio ótimo entre custos e disponibilidade de produtos.</i>

Atividades/Responsabilidades
<p>Gerir todo o planeamento dos processos de compras, estabelecendo contacto com os fornecedores e posterior seguimento dos pedidos (controlo de prazos de entrega, preços, quantidades, transportes, condições de fornecimento e confirmação de encomendas);</p> <p>Definir <i>stocks</i> de segurança, monitorizar <i>stocks</i> e necessidades, para que os componentes/produtos estejam disponíveis no momento e na quantidade pretendidos: <i>On Time Delivery</i> (OTD), Plano de Produção, <i>Work In Process</i> (WIP), taxas de cobertura;</p> <p>Estabelecer a ponte com o fornecedor, garantir o correto fluxo de informação e a satisfação da necessidade existente;</p> <p>Colocar e negociar encomendas com o fornecedor a nível de quantidades, preços, prazos de entrega, fornecimentos, transportes e condições de pagamento para encomendas sem contrato;</p> <p>Conduzir pedidos de cotação e seleccionar a melhor oferta;</p> <p>Assegurar o desenvolvimento de relações comerciais;</p> <p>Gerir e acompanhar as encomendas, dando feedback ao cliente acerca dos prazos de entrega e quantidades;</p> <p>Criar e atualizar dados do fornecedor em sistema e efetuar a sua avaliação, sob critérios previamente definidos;</p> <p>Criar e acompanhar referências internas, definir tamanhos de lote, criar/ atualizar os seus registos Info e as suas listas de opções de fornecimento (LOF);</p> <p>Acompanhar as devoluções a fornecedores e inerentes notas de crédito;</p> <p>Analisar e dar seguimento, interno ou externo, às faturas bloqueadas de fornecedores;</p> <p>Articular e fornecer apoio logístico/técnico aos sectores da produção e da qualidade;</p> <p>Otimizar os processos no âmbito da função e do departamento;</p> <p>Elaborar e reportar informação específica da sua área de atividade;</p> <p>Realizar todas as tarefas administrativas inerentes à função.</p>

	<h2 style="text-align: center;">Perfil de Competências</h2>
---	---

Função	Comprador Operativo
---------------	----------------------------

Departamento	Logística	Reporta a	Chefe de Secção Logística
---------------------	------------------	------------------	----------------------------------

Competências Técnicas	Importância
Gestão de compras	5
Capacidade de negociação	5
Gestão de encomendas	5
Office (especialmente Excel)	5
SAP – MM/MRP	5
Gestão de fornecedores	5
Gestão de <i>stocks</i>	4
Inglês	5
Alemão	3

Competências Comportamentais	Importância
Decidir e Iniciar a Ação	4
Liderar e Supervisionar	3
Trabalhar com Pessoas	4
Aderir a Princípios e Valores	3
Relacionar-se e Trabalhar em Rede	5
Persuadir e Influenciar	4
Apresentar e Comunicar Informação	4
Escrever e Redigir Relatórios	4
Aplicar Conhecimentos Especializados e Utilizar a Tecnologia	4
Analisar	4
Aprender e Investigar	4
Criar e Inovar	3
Formular Estratégias e Conceitos	4
Planear e Organizar	4
Apresentar Resultados e Corresponder às Expectativas dos Clientes	5
Cumprir com Instruções e Procedimentos	5
Adaptar-se e Responder à Mudança	5
Lidar com a Pressão e Contrariedades	4
Alcançar Objetivos Profissionais	4
Ser Empreendedor(a) e Ter Orientação Comercial	5

Competências de Gestão	Importância
Conhecimentos Financeiros e de Gestão Orçamental	4
Conhecimento e Ação para a Área de Negócio	4
Visão Global da Empresa	5
Relacionamento Externo e Representação Institucional	5

Legenda:

1 Nada Importante | 2 Pouco Importante | 3 Importante | 4 Muito Importante | 5 Imprescindível

	<h2 style="text-align: center;">Descritivo Funcional</h2>
---	---

Função	Comprador NPM
---------------	----------------------

Departamento	Logística	Reporta a	Chefe de Secção Logística
---------------------	------------------	------------------	----------------------------------

Missão
<p><i>Adquirir os materiais indiretos, solicitados pelo cliente interno, nas fases de pesquisa, análise, negociação e adjudicação/compra, de modo a que seja alcançado o equilíbrio ótimo entre custos e disponibilidade de produtos.</i></p>

Atividades/Responsabilidades
<p>Gerir todo o planeamento dos processos de compras de materiais indiretos, estabelecendo contacto com os fornecedores e posterior seguimento dos pedidos (controlo de prazos de entrega e encomenda);</p> <p>Estabelecer a ponte com o fornecedor, garantir o correto fluxo de informação e a satisfação da necessidade existente;</p> <p>Criar e atualizar dados do fornecedor em sistema, realizar a sua avaliação informal e assegurar o desenvolvimento de relações comerciais;</p> <p>Realizar pesquisa de fornecedores e estudo de mercado mediante necessidade, conduzir pedidos de cotação, selecionar a melhor oferta, converter requisições em encomendas, negociar preços, prazos de entrega, termos e condições;</p> <p>Realizar constante monitorização das encomendas;</p> <p>Criar e acompanhar referências internas, definir pontos de reabastecimento, criar/ atualizar os seus registos, informações e as suas listas de opções de fornecimento (LOF);</p> <p>Otimizar os processos no âmbito da função e do departamento;</p> <p>Elaborar e reportar informação específica da sua área de atividade;</p> <p>Realizar todas as tarefas administrativas inerentes à função.</p>

	<h2 style="text-align: center;">Perfil de Competências</h2>
---	---

Função	Comprador NPM
---------------	---------------

Departamento	Logística	Reporta a	Chefe de Secção Logística
---------------------	-----------	------------------	---------------------------

Competências Técnicas	Importância
Gestão de compras	5
Capacidade de negociação	5
Gestão de encomendas	5
Office (especialmente Excel)	5
SAP – MM/MRP	5
Gestão de fornecedores	5
Gestão de <i>stocks</i>	4
Inglês	5
Alemão	3

Competências Comportamentais	Importância
Decidir e Iniciar a Ação	4
Liderar e Supervisionar	3
Trabalhar com Pessoas	5
Aderir a Princípios e Valores	3
Relacionar-se e Trabalhar em Rede	4
Persuadir e Influenciar	4
Apresentar e Comunicar Informação	4
Escrever e Redigir Relatórios	3
Aplicar Conhecimentos Especializados e Utilizar a Tecnologia	4
Analisar	4
Aprender e Investigar	4
Criar e Inovar	3
Formular Estratégias e Conceitos	4
Planear e Organizar	4
Apresentar Resultados e Corresponder às Expectativas dos Clientes	5
Cumprir com Instruções e Procedimentos	5
Adaptar-se e Responder à Mudança	3
Lidar com a Pressão e Contrariedades	4
Alcançar Objetivos Profissionais	4
Ser Empreendedor(a) e Ter Orientação Comercial	5

Competências de Gestão	Importância
Conhecimentos Financeiros e de Gestão Orçamental	4
Conhecimento e Ação para a Área de Negócio	4
Visão Global da Empresa	5
Relacionamento Externo e Representação Institucional	5

	<h2 style="text-align: center;">Descritivo Funcional</h2>
---	---

Função	Responsável pela Gestão da Cadeia de Abastecimento
---------------	---

Departamento	Logística	Reporta a	Chefe de Secção Logística
---------------------	-----------	------------------	---------------------------

Missão
<p><i>Definir, implementar e monitorizar estratégias, metodologias e ferramentas de apoio à logística interna e à gestão da cadeia de abastecimento que garantam um equilíbrio entre custos e disponibilidade de produtos, de modo a que se atinja a maximização do nível de serviço.</i></p>

Atividades/Responsabilidades
<p>Direcionar estrategicamente compradores e planeadores para a correta monitorização do seu trabalho para que se atinja a uniformização dos procedimentos de trabalho;</p> <p>Participar em projetos transversais de melhoria contínua;</p> <p>Gerir, acompanhar, compilar e corrigir os KPI relativos à gestão da cadeia de abastecimento;</p> <p>Monitorizar o desempenho interno de responsividade às exigências do cliente com recurso a KPI;</p> <p>Monitorizar o desempenho dos fornecedores com recurso a KPI;</p> <p>Implementar ferramentas de apoio à logística interna e de gestão da produção e recursos;</p> <p>Articular e fornecer apoio logístico/técnico aos sectores da produção e da qualidade;</p> <p>Otimizar os processos no âmbito da função e do departamento;</p> <p>Elaborar e reportar informação específica da sua área de atividade (de suporte à tomada de decisão);</p> <p>Realizar todas as tarefas administrativas inerentes à função.</p>

	Perfil de Competências
---	-------------------------------

Função	Responsável pela Gestão da Cadeia de Abastecimento
---------------	--

Departamento	Logística	Reporta a	Chefe de Secção Logística
---------------------	-----------	------------------	---------------------------

Competências Técnicas	Importância
Capacidade de monitorização da logística interna	5
Capacidade de mapear processos	5
Metodologias de Planeamento	4
Otimização dos ciclos de produção	5
Gestão Stocks	5
Capacidade analítica de indicadores-chave de desempenho	5
Office (especialmente Excel)	4
SAP – PP/MRP	4
Inglês	5
Alemão	4

Competências Comportamentais	Importância
Decidir e Iniciar a Ação	5
Liderar e Supervisionar	5
Trabalhar com Pessoas	5
Aderir a Princípios e Valores	4
Relacionar-se e Trabalhar em Rede	5
Persuadir e Influenciar	5
Apresentar e Comunicar Informação	5
Escrever e Redigir Relatórios	5
Aplicar Conhecimentos Especializados e Utilizar a Tecnologia	4
Analisar	5
Aprender e Investigar	4
Criar e Inovar	5
Formular Estratégias e Conceitos	5
Planear e Organizar	4
Apresentar Resultados e Corresponder às Expectativas dos Clientes	4
Cumprir com Instruções e Procedimentos	3
Adaptar-se e Responder à Mudança	4
Lidar com a Pressão e Contrariedades	5
Alcançar Objetivos Profissionais	5
Ser Empreendedor(a) e Ter Orientação Comercial	4

Competências de Gestão	Importância
Conhecimentos Financeiros e de Gestão Orçamental	3
Conhecimento e Ação para a Área de Negócio	4
Visão Global da Empresa	5
Relacionamento Externo e Representação Institucional	4

Figura 44 - Matriz de competências

ANEXO X – MARGEM DE SEGURANÇA POR FORNECEDOR*Tabela 19 - Margem de segurança por fornecedor*

	Fornecedor	$\bar{\Delta}$ dias	$\bar{\Delta}$ qtd	Coefficiente	Grau de confiabilidade	Margem de segurança
1	100019	5,78	100,30%	5,78	Razoável	2 semanas
2	100037	3,11	119,17%	3,11	Razoável	2 semanas
3	100042	1,62	108,13%	1,62	Razoável	2 semanas
4	100139	2,97	98,51%	3,01	Razoável	2 semanas
5	100155	0,89	99,19%	0,90	Bom	1 semana
6	100168	1,00	106,27%	1,00	Razoável	2 semanas
7	100201	0,56	98,84%	0,56	Bom	1 semana
8	100207	17,91	103,26%	17,91	Mau	3 semanas
9	100213	2,83	103,09%	2,83	Razoável	2 semanas
10	100242	2,50	100,00%	2,50	Razoável	2 semanas
11	100248	1,05	102,05%	1,05	Razoável	2 semanas
12	100249	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
13	100269	4,00	110,50%	4,00	Razoável	2 semanas
14	100276	0,12	100,00%	0,12	Bom	1 semana
15	100281	2,90	113,02%	2,90	Razoável	2 semanas
16	100424	0,23	111,90%	0,23	Bom	1 semana
17	100433	2,83	100,00%	2,83	Razoável	2 semanas
18	100434	5,12	99,62%	5,14	Razoável	2 semanas
19	100437	1,19	100,04%	1,19	Razoável	2 semanas
20	100438	1,00	100,00%	1,00	Razoável	2 semanas
21	100443	0,86	103,95%	0,86	Bom	1 semana
22	100444	0,94	99,11%	0,95	Bom	1 semana
23	100448	2,78	101,16%	2,78	Razoável	2 semanas
24	100459	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
25	100466	4,50	100,10%	4,50	Razoável	2 semanas
26	100467	0,74	102,32%	0,74	Bom	1 semana
27	100469	0,98	102,33%	0,98	Bom	1 semana
28	100482	1,02	100,00%	1,02	Razoável	2 semanas
29	100486	0,88	101,40%	0,88	Bom	1 semana
30	100499	0,13	98,27%	0,13	Bom	1 semana
31	100502	2,24	91,18%	2,45	Razoável	2 semanas
32	100512	8,27	98,94%	8,36	Razoável	2 semanas
33	100517	5,50	99,45%	5,53	Razoável	2 semanas
34	100524	0,00	103,33%	0,00	Perfeito	0
35	100530	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
36	100532	1,61	100,36%	1,61	Razoável	2 semanas
37	100534	19,22	105,21%	19,22	Mau	3 semanas
38	100538	13,00	100,00%	13,00	Razoável	2 semanas
39	100539	0,00	101,00%	0,00	Perfeito	0
40	100541	0,17	106,58%	0,17	Bom	1 semana
41	100542	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
42	100550	1,22	97,40%	1,25	Razoável	2 semanas
43	100552	3,50	92,67%	3,78	Razoável	2 semanas
44	100563	17,00	100,73%	17,00	Mau	3 semanas
45	100567	2,95	100,85%	2,95	Razoável	2 semanas
46	100571	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0

47	100579	0,00	101,25%	0,00	Perfeito	0
48	100596	2,15	98,48%	2,18	Razoável	2 semanas
49	100597	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
50	100600	1,74	106,25%	1,74	Razoável	2 semanas
51	100612	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
52	100620	1,57	100,00%	1,57	Razoável	2 semanas
53	100630	2,56	156,25%	2,56	Razoável	2 semanas
54	100641	1,00	99,81%	1,00	Razoável	2 semanas
55	100651	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
56	100653	1,83	102,39%	1,83	Razoável	2 semanas
57	100666	0,74	99,58%	0,74	Bom	1 semana
58	100678	0,31	102,13%	0,31	Bom	1 semana
59	100681	7,67	110,52%	7,67	Razoável	2 semanas
60	100688	0,34	104,94%	0,34	Bom	1 semana
61	100690	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
62	100692	2,55	100,12%	2,55	Razoável	2 semanas
63	100695	0,18	98,44%	0,18	Bom	1 semana
64	100698	0,00	102,50%	0,00	Perfeito	0
65	100702	22,00	108,62%	22,00	Péssimo	4 semanas
66	100708	3,00	96,62%	3,10	Razoável	2 semanas
67	100732	3,64	99,82%	3,64	Razoável	2 semanas
68	100734	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
69	100737	1,42	101,31%	1,42	Razoável	2 semanas
70	100746	0,56	101,62%	0,56	Bom	1 semana
71	100756	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
72	100767	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
73	100769	15,50	98,80%	15,69	Mau	3 semanas
74	100772	0,33	109,31%	0,33	Bom	1 semana
75	100777	1,88	102,95%	1,88	Razoável	2 semanas
76	100788	0,50	113,64%	0,50	Bom	1 semana
77	100797	8,00	104,00%	8,00	Razoável	2 semanas
78	100815	1,90	101,53%	1,90	Razoável	2 semanas
79	100821	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
80	100862	1,00	211,29%	1,00	Razoável	2 semanas
81	100869	0,17	100,00%	0,17	Bom	1 semana
82	100874	2,50	108,30%	2,50	Razoável	2 semanas
83	100998	2,50	114,16%	2,50	Razoável	2 semanas
84	100999	4,94	97,15%	5,08	Razoável	2 semanas
85	101000	1,37	104,37%	1,37	Razoável	2 semanas
86	101002	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
87	101057	4,00	107,66%	4,00	Razoável	2 semanas
88	101287	1,70	103,35%	1,70	Razoável	2 semanas
89	101708	0,77	114,19%	0,77	Bom	1 semana
90	101826	13,00	100,00%	13,00	Razoável	2 semanas
91	101846	2,50	100,00%	2,50	Razoável	2 semanas
92	102396	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
93	102645	3,00	100,00%	3,00	Razoável	2 semanas
94	103171	3,17	99,93%	3,17	Razoável	2 semanas
95	103178	0,00	122,15%	0,00	Perfeito	0
96	103384	2,00	100,00%	2,00	Razoável	2 semanas
97	103481	2,64	100,93%	2,64	Razoável	2 semanas
98	103546	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
99	103620	7,00	100,00%	7,00	Razoável	2 semanas
100	103776	3,51	98,71%	3,56	Razoável	2 semanas

101	103951	0,50	100,00%	0,50	Bom	1 semana
102	104057	1,75	102,27%	1,75	Razoável	2 semanas
103	104107	2,29	100,00%	2,29	Razoável	2 semanas
104	104131	3,70	100,74%	3,70	Razoável	2 semanas
105	104162	1,00	95,33%	1,05	Razoável	2 semanas
106	104289	1,82	100,00%	1,82	Razoável	2 semanas
107	105099	4,14	103,49%	4,14	Razoável	2 semanas
108	105133	0,70	108,33%	0,70	Bom	1 semana
109	105311	3,29	92,36%	3,56	Razoável	2 semanas
110	105318	0,00	100,75%	0,00	Perfeito	0
111	105347	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
112	105830	1,33	101,49%	1,33	Razoável	2 semanas
113	105843	4,31	104,76%	4,31	Razoável	2 semanas
114	105844	1,53	99,63%	1,54	Razoável	2 semanas
115	105892	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
116	105956	0,15	100,00%	0,15	Bom	1 semana
117	106171	0,75	99,50%	0,75	Bom	1 semana
118	106273	0,77	100,00%	0,77	Bom	1 semana
119	106296	1,22	107,79%	1,22	Razoável	2 semanas
120	106506	3,00	100,00%	3,00	Razoável	2 semanas
121	106962	9,00	114,00%	9,00	Razoável	2 semanas
122	107166	0,56	94,31%	0,59	Bom	1 semana
123	107207	0,40	99,75%	0,40	Bom	1 semana
124	107208	1,80	103,21%	1,80	Razoável	2 semanas
125	107322	0,67	100,00%	0,67	Bom	1 semana
126	107344	0,77	100,00%	0,77	Bom	1 semana
127	107374	4,13	100,13%	4,13	Razoável	2 semanas
128	107384	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
129	107395	0,50	100,52%	0,50	Bom	1 semana
130	107499	9,00	110,00%	9,00	Razoável	2 semanas
131	107507	0,20	108,12%	0,20	Bom	1 semana
132	107703	5,00	100,00%	5,00	Razoável	2 semanas
133	107743	1,11	105,18%	1,11	Razoável	2 semanas
134	107808	1,00	99,99%	1,00	Razoável	2 semanas
135	107848	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
136	107979	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
137	108082	0,44	99,97%	0,44	Bom	1 semana
138	108267	1,78	104,81%	1,78	Razoável	2 semanas
139	108309	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
140	108348	3,14	100,26%	3,14	Razoável	2 semanas
141	108357	0,05	97,62%	0,05	Bom	1 semana
142	108372	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
143	108410	5,00	100,00%	5,00	Razoável	2 semanas
144	108437	1,08	102,90%	1,08	Razoável	2 semanas
145	108466	10,11	101,99%	10,11	Razoável	2 semanas
146	108599	0,00	101,32%	0,00	Perfeito	0
147	108697	24,10	100,00%	24,10	Péssimo	4 semanas
148	108729	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
149	108797	3,25	100,00%	3,25	Razoável	2 semanas
150	108811	2,33	102,67%	2,33	Razoável	2 semanas
151	108830	8,00	100,00%	8,00	Razoável	2 semanas
152	108842	4,27	108,46%	4,27	Razoável	2 semanas
153	108903	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
154	108924	0,44	109,52%	0,44	Bom	1 semana

155	108942	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
156	108970	2,17	100,00%	2,17	Razoável	2 semanas
157	109158	0,29	100,24%	0,29	Bom	1 semana
158	109275	12,33	100,00%	12,33	Razoável	2 semanas
159	109410	1,69	99,82%	1,70	Razoável	2 semanas
160	109453	1,32	99,02%	1,33	Razoável	2 semanas
161	109614	17,13	100,00%	17,13	Mau	3 semanas
162	109629	4,00	106,67%	4,00	Razoável	2 semanas
163	109639	0,29	100,14%	0,29	Bom	1 semana
164	109681	0,50	100,00%	0,50	Bom	1 semana
165	109709	5,00	100,00%	5,00	Razoável	2 semanas
166	109738	0,50	100,00%	0,50	Bom	1 semana
167	109760	8,50	100,00%	8,50	Razoável	2 semanas
168	109767	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
169	109799	3,27	181,82%	3,27	Razoável	2 semanas
170	109866	0,00	101,47%	0,00	Perfeito	0
171	109868	13,00	200,00%	13,00	Razoável	2 semanas
172	109871	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
173	110127	0,14	99,76%	0,14	Bom	1 semana
174	110244	3,22	116,60%	3,22	Razoável	2 semanas
175	110316	2,89	95,70%	3,02	Razoável	2 semanas
176	110473	0,00	109,25%	0,00	Perfeito	0
177	110516	0,80	100,00%	0,80	Bom	1 semana
178	110519	1,00	104,54%	1,00	Razoável	2 semanas
179	110526	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
180	110545	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
181	110598	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
182	110612	0,25	102,09%	0,25	Bom	1 semana
183	110644	0,29	102,24%	0,29	Bom	1 semana
184	110716	7,67	101,17%	7,67	Razoável	2 semanas
185	110780	10,24	93,69%	10,92	Razoável	2 semanas
186	110806	0,49	99,96%	0,49	Bom	1 semana
187	110862	1,01	101,93%	1,01	Razoável	2 semanas
188	111019	0,14	100,00%	0,14	Bom	1 semana
189	111245	20,50	101,06%	20,50	Mau	3 semanas
190	111473	4,00	100,00%	4,00	Razoável	2 semanas
191	111505	3,00	100,00%	3,00	Razoável	2 semanas
192	111529	0,71	103,46%	0,71	Bom	1 semana
193	111680	2,89	99,92%	2,89	Razoável	2 semanas
194	111706	0,31	99,71%	0,31	Bom	1 semana
195	111720	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
196	111725	0,59	107,61%	0,59	Bom	1 semana
197	111808	5,25	100,34%	5,25	Razoável	2 semanas
198	111817	6,30	99,94%	6,31	Razoável	2 semanas
199	112076	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
200	112201	0,00	104,18%	0,00	Perfeito	0
201	112242	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
202	112300	6,75	100,00%	6,75	Razoável	2 semanas
203	112303	2,47	99,77%	2,48	Razoável	2 semanas
204	112350	0,33	100,00%	0,33	Bom	1 semana
205	112384	1,56	103,23%	1,56	Razoável	2 semanas
206	112432	3,07	95,96%	3,20	Razoável	2 semanas
207	112536	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
208	112891	0,00	100,21%	0,00	Perfeito	0

209	112947	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
210	113491	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
211	113513	0,67	98,84%	0,68	Bom	1 semana
212	113574	1,77	102,07%	1,77	Razoável	2 semanas
213	113594	1,00	100,80%	1,00	Razoável	2 semanas
214	113857	2,13	109,08%	2,13	Razoável	2 semanas
215	113892	12,00	100,00%	12,00	Razoável	2 semanas
216	113959	7,25	125,13%	7,25	Razoável	2 semanas
217	113973	4,00	100,00%	4,00	Razoável	2 semanas
218	113974	14,33	100,00%	14,33	Mau	3 semanas
219	114295	4,00	100,00%	4,00	Razoável	2 semanas
220	114334	1,14	108,83%	1,14	Razoável	2 semanas
221	114457	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
222	114469	3,00	100,63%	3,00	Razoável	2 semanas
223	114611	3,80	98,97%	3,84	Razoável	2 semanas
224	114623	3,00	100,00%	3,00	Razoável	2 semanas
225	115349	1,49	98,19%	1,52	Razoável	2 semanas
226	115456	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
227	115485	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
228	115679	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
229	115852	4,57	100,00%	4,57	Razoável	2 semanas
230	115975	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
231	116060	8,50	100,00%	8,50	Razoável	2 semanas
232	116176	7,67	100,00%	7,67	Razoável	2 semanas
233	116475	1,33	100,00%	1,33	Razoável	2 semanas
234	116896	9,86	100,00%	9,86	Razoável	2 semanas
235	117082	0,00	104,60%	0,00	Perfeito	0
236	117271	3,00	100,00%	3,00	Razoável	2 semanas
237	117402	0,00	104,24%	0,00	Perfeito	0
238	118339	0,10	100,50%	0,10	Bom	1 semana
239	118433	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
240	118487	0,50	100,69%	0,50	Bom	1 semana
241	118621	3,73	100,16%	3,73	Razoável	2 semanas
242	118650	1,00	100,00%	1,00	Razoável	2 semanas
243	118651	1,00	70,00%	1,43	Razoável	2 semanas
244	118695	19,00	100,00%	19,00	Mau	3 semanas
245	118708	13,67	100,00%	13,67	Razoável	2 semanas
246	118952	0,00	107,50%	0,00	Perfeito	0
247	119137	14,44	100,00%	14,44	Mau	3 semanas
248	119249	1,92	101,19%	1,92	Razoável	2 semanas
249	119296	3,50	100,00%	3,50	Razoável	2 semanas
250	119584	15,87	99,60%	15,94	Mau	3 semanas
251	120526	5,00	100,00%	5,00	Razoável	2 semanas
252	120621	0,50	119,00%	0,50	Bom	1 semana
253	120920	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
254	120947	2,27	100,00%	2,27	Razoável	2 semanas
255	121005	11,00	110,00%	11,00	Razoável	2 semanas
256	121079	16,50	100,00%	16,50	Mau	3 semanas
257	121246	0,32	100,00%	0,32	Bom	1 semana
258	121287	0,88	100,00%	0,88	Bom	1 semana
259	122004	17,83	96,08%	18,56	Mau	3 semanas
260	122023	4,00	100,00%	4,00	Razoável	2 semanas
261	122037	2,25	100,00%	2,25	Razoável	2 semanas
262	122122	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0

263	122300	0,99	99,34%	1,00	Bom	1 semana
264	122339	0,00	109,59%	0,00	Perfeito	0
265	122475	3,00	93,80%	3,20	Razoável	2 semanas
266	122500	0,00	106,95%	0,00	Perfeito	0
267	122583	1,18	107,61%	1,18	Razoável	2 semanas
268	122777	2,46	100,26%	2,46	Razoável	2 semanas
269	122778	0,67	100,64%	0,67	Bom	1 semana
270	122905	3,50	100,00%	3,50	Razoável	2 semanas
271	123034	10,00	100,00%	10,00	Razoável	2 semanas
272	123090	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0
273	123515	8,73	100,00%	8,73	Razoável	2 semanas
274	123516	7,00	100,00%	7,00	Razoável	2 semanas
275	124156	2,50	100,00%	2,50	Razoável	2 semanas
276	124455	0,00	100,00%	0,00	Perfeito	0

ANEXO XI – INTERFACES DO PROGRAMA DE CÁLCULO DE SS, QEE E PONTO DE REABASTECIMENTO



Figura 45 - Interface "Início"



Figura 46 - Interface "Analisar"

Estudo do processo de planeamento e compras numa empresa de equipamentos óticos não oftálmicos

Peça	Data inicial	Data final	Nível de serviço	Prazo de entrega	Procura média semanal	55	Ponto de Encomenda	Quantidade a encomendar	Custo unitário	Custo Total de Aproximação	Data da análise
936-80	12/03/2019	12/06/2019	95%	5 semanas	73 unidades	116 unidades	481 unidades	5000 unidades	1,07K	4 297,21K	12/06/2019
920-546	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	563 unidades	281 unidades	844 unidades	1912 unidades	0,03K	837,88K	12/06/2019
942-197	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	238 unidades	143 unidades	382 unidades	1884 unidades	1,24K	14 557,79K	12/06/2019
936-60	12/03/2019	12/06/2019	95%	5 semanas	73 unidades	116 unidades	481 unidades	5000 unidades	1,07K	4 297,21K	12/06/2019
463-404-001-022	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	73 unidades	186 unidades	1125 unidades	1052 unidades	1,22K	4 512,23K	12/06/2019
463-305-001-021	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	28 unidades	313 unidades	677 unidades	650 unidades	1,22K	1 875,19K	12/06/2019
438-202-000-007	12/03/2019	12/06/2019	95%	10 semanas	578 unidades	2249 unidades	7931 unidades	4818 unidades	0,46K	13 273,37K	12/06/2019
707-625-220-000	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	544 unidades	335 unidades	859 unidades	13640 unidades	0,05K	1 546,07K	12/06/2019
439-678-007-001	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	319 unidades	299 unidades	618 unidades	13321 unidades	0,03K	458,79K	12/06/2019
463-404-001-013	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	62 unidades	217 unidades	1516 unidades	644 unidades	2,77K	8 930,26K	12/06/2019
463-404-001-012	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	54 unidades	604 unidades	1229 unidades	671 unidades	2,20K	6 159,04K	12/06/2019
463-404-001-017	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	78 unidades	181 unidades	1182 unidades	1264 unidades	0,90K	3 585,33K	12/06/2019
434-590-060-021	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	205 unidades	916 unidades	3550 unidades	3919 unidades	0,25K	2 635,89K	12/06/2019
463-404-001-015	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	77 unidades	182 unidades	1173 unidades	1258 unidades	0,90K	3 553,93K	12/06/2019
463-404-001-014	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	77 unidades	176 unidades	1165 unidades	1859 unidades	0,41K	1 661,04K	12/06/2019
463-404-001-011	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	154 unidades	362 unidades	2341 unidades	1960 unidades	0,74K	5 751,67K	12/06/2019
434-475-040-016	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	264 unidades	217 unidades	482 unidades	7889 unidades	0,08K	1 118,87K	12/06/2019
423-117-001-014	12/03/2019	12/06/2019	95%	6 semanas	74 unidades	115 unidades	562 unidades	424 unidades	7,65K	27 869,98K	12/06/2019
439-399-434-013	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	196 unidades	78 unidades	274 unidades	4489 unidades	0,18K	1 848,77K	12/06/2019
439-608-127-000	12/03/2019	12/06/2019	95%	6 semanas	14 unidades	107 unidades	192 unidades	157 unidades	10,60K	7 680,55K	12/06/2019
439-658-096-003	12/03/2019	12/06/2019	95%	7 semanas	14 unidades	115 unidades	215 unidades	271 unidades	3,60K	2 720,57K	18/06/2019
439-658-096-004	12/03/2019	12/06/2019	95%	7 semanas	14 unidades	115 unidades	215 unidades	766 unidades	0,45K	384,62K	18/06/2019
439-658-096-005	12/03/2019	12/06/2019	95%	7 semanas	14 unidades	116 unidades	215 unidades	278 unidades	3,38K	2 536,97K	18/06/2019
439-666-001-024	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	534 unidades	406 unidades	930 unidades	16084 unidades	0,04K	1 054,51K	18/06/2019
439-668-004-573	12/03/2019	12/06/2019	95%	6 semanas	8 unidades	65 unidades	113 unidades	3000 unidades	0,13K	86,14K	18/06/2019
439-668-004-573	12/03/2019	12/06/2019	95%	6 semanas	8 unidades	65 unidades	113 unidades	1000 unidades	0,29K	155,18K	18/06/2019
439-668-004-573	12/03/2019	12/06/2019	95%	6 semanas	8 unidades	65 unidades	113 unidades	3000 unidades	0,13K	86,14K	18/06/2019
439-670-002-086	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	14 unidades	41 unidades	55 unidades	322 unidades	2,42K	1 724,98K	18/06/2019
439-670-002-086	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	14 unidades	31 unidades	39 unidades	322 unidades	2,42K	1 720,14K	18/06/2019
439-671-001-086	12/03/2019	12/06/2019	95%	1 semanas	14 unidades	44 unidades	59 unidades	802 unidades	0,41K	339,15K	18/06/2019
463-305-001-018	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	13 unidades	141 unidades	308 unidades	296 unidades	2,74K	1 921,69K	18/06/2019
463-305-001-019	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	13 unidades	141 unidades	308 unidades	280 unidades	3,05K	2 129,71K	18/06/2019
463-305-001-019	12/03/2019	12/06/2019	95%	13 semanas	13 unidades	141 unidades	308 unidades	281 unidades	3,04K	2 123,01K	18/06/2019
463-305-001-020	12/03/2019	12/06/2019	95%	5 semanas	14 unidades	117 unidades	190 unidades	2000 unidades	0,47K	440,44K	18/06/2019
463-305-001-020	04/01/2018	06/06/2019	70%	5 semanas	16 unidades	35 unidades	116 unidades	500 unidades	0,29K	4 928,20K	19/06/2019
463-305-001-020	01/04/2018	06/06/2019	70%	5 semanas	20 unidades	38 unidades	116 unidades	500 unidades	0,13K	5 952,78K	19/06/2019
463-305-001-020	04/01/2018	06/06/2019	70%	5 semanas	16 unidades	35 unidades	116 unidades	500 unidades	2,42K	4 936,38K	19/06/2019
463-305-001-020	01/04/2018	06/06/2019	70%	5 semanas	20 unidades	38 unidades	116 unidades	500 unidades	2,42K	5 952,78K	19/06/2019
463-305-001-020	04/01/2018	06/06/2019	70%	5 semanas	16 unidades	35 unidades	116 unidades	500 unidades	0,41K	4 936,38K	19/06/2019
463-305-001-020	01/04/2018	06/06/2019	70%	5 semanas	20 unidades	0 unidades	98 unidades	500 unidades	2,74K	5 907,49K	19/06/2019
463-305-001-020	04/01/2018	06/06/2019	70%	5 semanas	16 unidades	35 unidades	116 unidades	500 unidades	3,05K	4 936,38K	19/06/2019
463-305-001-020	19/06/2019	19/06/2019	80%	5 semanas	0 unidades	0 unidades	0 unidades	500 unidades	3,04K	1 750,00K	19/06/2019
463-305-001-020	19/06/2019	19/06/2019	70%	5 semanas	0 unidades	0 unidades	0 unidades	500 unidades	0,47K	2 500,00K	19/06/2019
463-305-001-020	19/06/2019	19/06/2019	70%	5 semanas	0 unidades	0 unidades	0 unidades	500 unidades	3,04K	2 500,00K	19/06/2019
463-305-001-020	01/04/2019	19/06/2019	70%	5 semanas	16 unidades	40 unidades	123 unidades	500 unidades	0,47K	42 148,44K	19/06/2019
463-305-001-020	04/01/2019	19/06/2019	70%	5 semanas	24 unidades	45 unidades	183 unidades	500 unidades	50,00K	59 087,17K	19/06/2019
463-305-001-020	01/04/2019	19/06/2019	80%	5 semanas	16 unidades	64 unidades	147 unidades	500 unidades	50,00K	42 388,44K	19/06/2019
439-658-096-004	12/03/2019	12/06/2019	95%	5 semanas	14 unidades	98 unidades	170 unidades	654 unidades	0,70K	574,67K	19/06/2019
439-658-096-004	12/03/2019	12/06/2019	95%	5 semanas	14 unidades	98 unidades	170 unidades	938 unidades	0,30K	265,72K	19/06/2019
439-658-096-004	12/03/2019	12/06/2019	95%	5 semanas	14 unidades	98 unidades	170 unidades	614 unidades	0,30K	614,67K	19/06/2019



Figura 47 - Interface "Histórico"

ANEXO XII – CÓDIGO VBA PARA CÁLCULO DA QEE SEM DESCONTOS DE QUANTIDADE

```
'47.5 = semanas de trabalho

S = 23.08 'custo de encomenda

uni = Range("N2").Value 'unidade de preço
min = Range("M2").Value 'preço
min_k = min / uni 'custo de aquisição unitário
H = min_k * 0.2 'custo de stock unitário

raiz = (2 * 47.5 * procura * S) / H
ARRED = Sqr(raiz)
Qeemin = WorksheetFunction.Ceiling_Precise (ARRED) 'valor de QEE
arredondado

'custo de aquisição anual
CA = 47.5 * procura * min_k
'custo de encomenda anual
CE = 47.5 * procura * S / Qeemin
'custo de posse anual
CP = ((Qeemin / 2) + ss) * H
'custo de rotura anual
CR = 0
Unload EscalaUnica
CTmin = CA + CE + CP + CR 'custo total

MsgBox ("Cada encomenda deve ser de " & Qeemin & " unidades." &
vbCrLf & "O seu custo total anual é de " & Format(CTmin, "#,##0.00€"))
```

ANEXO XIII – CÓDIGO VBA PARA CÁLCULO DA QEE COM DESCONTOS DE QUANTIDADE

```
'calcula tamanho da matriz
k = 2
Do Until IsEmpty(Range("k" & k)) = True
    k = k + 1
Loop

tam = k - 1

ReDim matriz(1 To tam - 1, 1 To 3)

For k = 2 To tam
    If min > Range("M" & k).Value Then 'descobre o minimo valor
        min = Range("M" & k).Value
        linha = k 'linha onde está o minimo valor
    End If
    If k < tam Then ' coloca valores do intervalo da escala
        Range("l" & k).Value = Range("k" & k + 1) - 1
    End If
Next

'47.5 = semanas de trabalho
S = 23.08 'custo de encomenda

uni = Range("N2").Value 'unidade de preço
H = min * 0.2 / uni 'custo de posse de stock unitário

raiz = (2 * 47.5 * procura * S) / H
ARRED = Sqr(raiz)
Qeemin = WorksheetFunction.Ceiling_Precise(ARRED)
'descobrir linha da quantidade maior para não condicionar
maior = WorksheetFunction.Large((Range("k2", "k" & tam)), 1)
l_maior = WorksheetFunction.Match(maior, (Range("k1", "k" & tam)),
0)

'verifica se o QEE é válido para o preço calculado, se nao for, vai
buscar a qtd mais próxima
If Qeemin >= Range("K" & linha).Value And Qeemin <= Range("L" &
linha).Value Then
    Qeemin = Qeemin
ElseIf linha = l_maior And Qeemin >= Range("K" & linha).Value Then
    Qeemin = Qeemin
Else
    Qeemin = Range("k" & linha).Value
End If

'custo de aquisição anual
CA = 47.5 * procura * min / uni
'custo de encomenda anual
CE = 47.5 * procura * S / Qeemin
'custo de posse anual
CP = ((Qeemin / 2) + ss) * H
'custo de rotura anual
CR = 0
```



```

CTmin = CA + CE + CP + CR

'guarda os valores para o menor custo unitário
matriz(1, 1) = min / uni
matriz(1, 2) = Qeemin
matriz(1, 3) = CTmin

k = 2
Sheets("Folha1").Select
For k = 2 To tam - 1 '2º + pequeno até tamº + pequeno
    min_k =
Application.WorksheetFunction.Small(Sheets("Folha1").Range("M2:M" &
tam), k)
    l = WorksheetFunction.Match(min_k, (Range("m1", "m" & tam)), 0)
    matriz(k, 1) = min_k / uni

    If Qeemin >= Range("K" & l).Value And Qeemin <= Range("L" &
l).Value Then
        Qeemin = Qeemin
'caso da maior quantidade
    ElseIf l = l_maior And Qeemin >= Range("K" & l).Value Then
        Qeemin = Qeemin
    Else
        Qeemin = Range("K" & l).Value
    End If
    matriz(k, 2) = Qeemin

    CA = 47.5 * procura * min_k / uni
'custo de encomenda anual
    CE = 47.5 * procura * S / Qeemin
'custo de posse anual
    CP = ((Qeemin / 2) + ss) * H
'custo de rotura anual
    CR = 0

    CTmin = CA + CE + CP + CR
    matriz(k, 3) = CTmin
Next

CTmin = 200000000000000#
For k = 1 To tam - 1
    If CTmin > matriz(k, 3) Then 'descobre o minimo custo
        CTmin = matriz(k, 3)
        Qeemin = matriz(k, 2)
        min_k = matriz(k, 1)
    Else

    End If
Next

MsgBox ("Se possível, a quantidade a encomendar deve ser de " &
Qeemin & " unidades, a um custo unitário de " & min_k & "€, o que
corresponde a um custo total anual de " & (Format(CTmin, "#,##0.00€"))
& ".")

```

ANEXO XIV – MAPEAMENTO PROPOSTO DO SUBPROCESSO “COMPRAS”

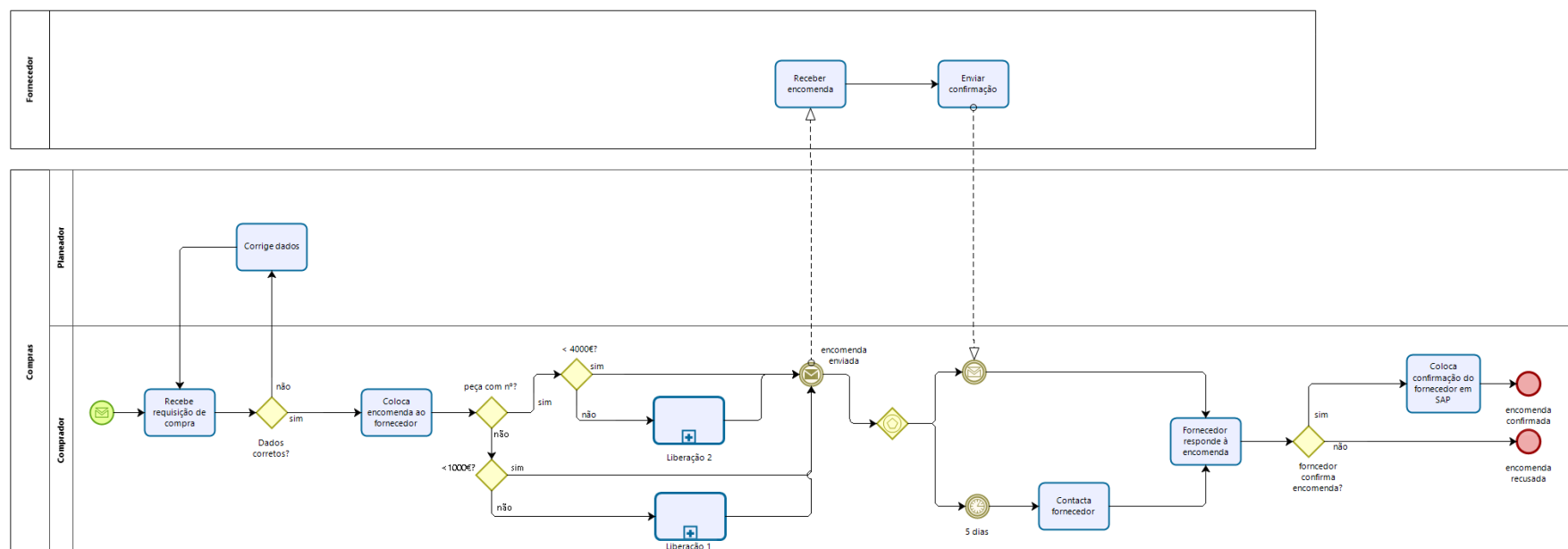


Figura 48 - Subprocesso “Compras” (proposta)